



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERO CIVIL

TEMA: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO”.

AUTOR: JOAQUÍN PATRICIO SEGOVIA ANDINO

TUTOR: Ing.Mg. FABÍAN MORALES FIALLOS

AMBATO-ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing.Mg. Fabián Morales Fiallos certifico que el presente Estudio Experimental realizado por el Sr. Joaquín Patricio Segovia Andino Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: **CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO**, es de su autoría y se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, noviembre 2018.

.....

Ing.Mg. Fabián Morales Fiallos

TUTOR

AUTORÍA

Yo, JOAQUÍN PATRICIO SEGOVIA ANDINO, con CI. 050270281-4 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido, las ideas y el análisis en el presente Estudio Experimental bajo el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO” es de mi autoría a excepción de los conceptos emitidos en las citas bibliográficas.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ambato, noviembre 2018.

.....

Joaquín Patricio Segovia Andino

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad de trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, noviembre 2018.

.....

Joaquín Patricio Segovia Andino

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental realizado por el Sr. Joaquín Patricio Segovia Andino Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: **CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO.**

Ambato, noviembre 2018.

Para su constancia firman:

.....

Ing. Mg. Marisol Bayas

PROFESOR CALIFICADOR

.....

Ing. Mg. Álex López

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y guiarme durante todos estos años por el buen camino y permitir que el sueño más anhelado de mi vida se haga realidad.

A mis queridos padres Zoila y Joaquín por todo el amor, el sacrificio y ejemplo a lo largo de todos estos años, por haber creído en mí siempre y por su deseo de hacer de mí una persona de bien y ayudarme a cumplir mi sueño de ser Ingeniero, para ustedes padres queridos con mucho amor el presente trabajo de graduación.

A mis queridos hermanos Vinicio, Klever, Jorge, Edison, Verónica y Rosa, por todo el apoyo a lo largo de estos años, por haber creído y confiado en mí y por su deseo de verme como profesional.

A mis abuelitos José Antonio e Inés por todo el amor y el cuidado desde mi niñez y por estar siempre pendiente de mí.

A mis abuelitos Aurora y Zoilo que desde el cielo siempre estuvieron apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida.

A la Ingeniera Cristina Toro por acompañarme y brindarme su apoyo durante mis años como estudiante, por encontrarse presente en los buenos y malos momentos y ayudarme a cumplir mi sueño de ser Ingeniero.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios y a la virgen de Guadalupe por cuidarme siempre, por darme salud y fortaleza para superar todas las dificultades que se presentaron durante el desarrollo de mis estudios.

Gracias a mi padre por inculcarme el amor a esta hermosa profesión, por infundir en mis valores de respeto, honradez y humildad, por todas sus enseñanzas a lo largo de toda mi vida.

Gracias a mi madre por apoyarme siempre, por estar a mi lado en los momentos cuando sentía desmayar, gracias madre querida por ser mi pilar e inculcarme los valores que hoy tengo.

Gracias a mis hermanos por haber hecho de mi un profesional, siempre llevare en mi corazón todo su sacrificio y esmero por hacer de mi un profesional.

Gracias a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y todos sus docentes, gracias por formarme como profesional los mejores momentos de mi vida los viví aquí, en mi segundo hogar.

Gracias a mis cuñadas Patricia y Lilia, porque siempre estuvieron pendientes de mi ayudándome en todo durante mi vida de estudiante.

Gracias a mis cuñados Rubén y Darwin por todo el apoyo a lo largo de mis años como estudiante.

Gracias a todos mis tíos y familiares por estar siempre pendiente de mí, por sus palabras de aliento cuando más lo necesite.

Gracias al licenciado Walter Toro y la Sra. Rosario Moreno por su bondad y generosidad a lo largo de estos años, siempre los llevaré presente en mi corazón.

Gracias al Ingeniero Ricardo Pullopaxi, por ser más que un amigo y contribuir en parte de mi formación como profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV

B.- TEXTO

CAPÍTULO I ANTECEDENTES 1

1.1 Tema del trabajo experimental.....	1
1.2 Antecedentes.	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.1 Objetivos Específicos.....	3

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN

2.1 Fundamentación teórica	5
2.1.1 El agua.....	5
2.1.2 Consumo de agua potable.	5
2.1.3 Tipos de consumo	6
2.1.4 Dotación de consumo per cápita	7
2.1.5 Factores que afectan a la dotación	9
2.1.6 Variaciones de consumo	10
2.1.7 Coeficiente de consumo máximo diario (k_1).....	11
2.1.8 Coeficiente de consumo máximo horario (k_2).....	11
2.1.9 Consumo medio diario anual (Q_{md}).....	11
2.1.10 Consumo máximo diario (Q_{MD}).....	12
2.1.11 Consumo máximo horario (Q_{MH}).....	12
2.1.12 Curva de consumo diario	13
2.1.13 Patrones de consumo.....	13
2.1.14 Caudal máximo instantáneo.	14
2.1.15 Caudal máximo probable (Q_{MP})	15
2.1.16 Medidores de caudal	16
2.1.17 Tipos de medidores de caudal	16
2.1.18 Sistema de información geográfica (SIG).....	19
2.1.19 Mapa digital	20
2.2 Hipótesis.....	20
2.2.1 Hipótesis nula H_N :.....	20
2.2.2 Hipótesis alternativa H_A :.....	20
2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis	21
2.3.1 Variable independiente	21

2.3.2 Variable dependiente.....	21
---------------------------------	----

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipo de investigación.....	22
3.2 Población y muestra	23
3.2.1 Población.....	23
3.2.2 Muestra.....	23
3.3 Operacionalización de variables	25
3.1.1 Variable independiente	25
3.1.1 Variable dependiente.....	26
3.4 Plan de recolección de información	27
3.5 Plan de procesamiento y análisis.....	27
3.5.1 Plan de procesamiento de la información	27
3.5.2 Plan de análisis de la información.....	28

CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción del sector en estudio.....	29
4.1.1 Sector urbano de la parroquia Atahualpa	29
4.2. Recolección de información.....	33
4.2.1 Aplicación de las encuestas a usuarios residenciales.....	33
4.2.2. Medición diaria de los volúmenes de agua potable por medidor.....	37
4.2.3 Medición horaria de los volúmenes de agua potable por medidor.....	39
4.2.4. Medición de la presión del agua potable.....	42
4.3 Interpretación de resultados	44
4.3.1 Resultados obtenidos de las encuestas	44
4.3.2 Análisis de información de caudales.....	52

4.4 Verificación de la hipótesis	86
--	----

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	87
------------------------	----

5.2 Recomendaciones.....	89
--------------------------	----

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía	90
-----------------------	----

2. ANEXOS.	94
-----------------	----

2.1 Anexo Fotográfico	94
-----------------------------	----

2.2 Anexo de Archivos.....	95
----------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dotaciones recomendadas por tipo de clima y número de habitantes	7
Tabla 2: Dotaciones para edificaciones de uso específico	8
Tabla 3: Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo	14
Tabla 4: Variable independiente	25
Tabla 5: Variable Dependiente.....	26
Tabla 6: Plan de recolección de información.....	27
Tabla 7: Encuesta sobre el consumo de agua potable	36
Tabla 8: Formato utilizado para las mediciones diarias.....	37
Tabla 9: Registro de consumo horario en el sector Atahualpa I	41
Tabla 10 : Formato utilizado para el registro de la variación de la presión	42
Tabla 11 : Tipología de la vivienda sector Atahualpa I	45
Tabla 12 : Tipo de vivienda del sector Atahualpa I.	46
Tabla 13: Número de consumidores por vivienda sector Atahualpa I.....	47
Tabla 14: Número de unidades sanitarias	48
Tabla 15: Promedio de unidades sanitarias.....	49
Tabla 16: Identificación de problemas de uso de agua potable.	50
Tabla 17: Dotación del agua potable.....	51
Tabla 18: Presión del agua potable.	52
Tabla 19 a : Consumo diario por medidor	55
Tabla 20: Valores promediales de consumo de agua del sector Atahualpa 1	60
Tabla 21: Semana típica de consumo para el sector Atahualpa 1	63
Tabla 22: Consumo per cápita para representar en el GIS.....	67
Tabla 23: Consumo horario en el sector Atahualpa I.....	71
Tabla 24: Valores promediales de consumo por medidor.....	74
Tabla 25: Patrón de consumo diario del sector Atahualpa I	80
Tabla 26: Valores de presión para representar en GIS.....	82

ÍDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de consumo diaria típica	13
Figura 2: Macro medidor	17
Figura 3: Medidor Volumétrico	18
Figura 4: Medidor de chorro simple.....	19
Figura 5: Medidor de chorro múltiple.....	19
Figura 6: Delimitación de la zona Urbana de la parroquia Atahualpa.....	30
Figura 7: Área de estudio del sector Atahualpa I.....	31
Figura 8: Georreferenciación de la muestra	32
Figura 9: Marca de medidores más comunes en sector de estudio	38
Figura 10: Cómo leer un micro medidor DH Meters	39
Figura 11: Equipo para la medición horaria de volúmenes de agua.	40
Figura 12: Manómetro para medir presiones	43
Figura 13: Tipología de vivienda del sector Atahualpa I.	45
Figura 14: Tipo de vivienda del sector Atahualpa I.....	46
Figura 15: Número de consumidores por vivienda.....	47
Figura 16: Número de unidades sanitarias por vivienda del sector.	48
Figura 17: Promedio de unidades sanitarias.....	49
Figura 18: Identificación de problemas en el uso de agua potable del sector.....	50
Figura 19: Dotación de agua potable en el sector Atahualpa I	51
Figura 20: Presión de agua potable del sector Atahualpa I.....	52
Figura 21: Consumo promedial por vivienda	61
Figura 22: Variación del consumo per cápita para el sector Atahualpa I.....	66
Figura 23: Consumo per cápita para el sector Atahualpa I.....	70
Figura 24: Variación de consumo horario por cada día del sector Atahualpa I.....	72
Figura 25: Curvas de persistencia del consumo para el sector Atahualpa I.....	74
Figura 26: Patrón de consumo horario cada 2 horas del sector Atahualpa I.....	76
Figura 27: Patrón de consumo horario cada 3 horas del sector Atahualpa I.....	77
Figura 28: Patrón de consumo horario cada 4 horas del sector Atahualpa I.....	78
Figura 29: Patrón de consumo diario del sector Atahualpa I.....	81
Figura 30: Presión del agua potable del sector Atahualpa	85

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO.

Autor: Joaquín Patricio Segovia Andino

Tutor: Ing.Mg. Fabián Morales Fiallos

El presente trabajo tiene como objetivos brindar datos del consumo de agua potable y medir los volúmenes de agua potable consumidos por los usuarios residenciales de los sectores Atahualpa 2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez 2.

Para el levantamiento de información se determinó el número de viviendas a monitorear, el tiempo de recolección de información fue durante 60 días (07:00 -11:00 am) se realizó encuestas a los usuarios residenciales con la finalidad de obtener información como: tipología y tipo de vivienda, número de consumidores por vivienda, número de unidades sanitarias y posibles problemas que incrementen el consumo de agua; además, se realizó la medición de los valores de la presión con la que el agua llega a las viviendas del sector.

Mediante la utilización de un GIS (Sistema de Información Geográfica) se obtuvo como resultado mapas temáticos de: área del proyecto, ubicación de los medidores, valor de consumo per cápita y variación de las presiones del agua. Posteriormente se realizó un análisis estadístico de la información obteniendo como resultado: número de consumidores por vivienda, número de unidades sanitarias, consumo máximo y mínimo del sector, valores de consumo per cápita característico del sector, semana típica, patrones de consumo diario y horario, consumos promedio para poblaciones futuras, toda esta información podrá ser utilizada en el futuro para el diseño y rediseño de redes de agua potable.

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: CHARACTERIZATION OF THE DAILY CONSUMPTION CURVE OF THE SECTORS DRINKING WATER NETWORK ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 AND AUGUSTO MARTÍNEZ 2 OF AMBATO CITY.

Author: Joaquín Patricio Segovia Andino

Tutor: Ing.Mg. Fabián Morales Fiallos

The present experimental work has as purpose provide data related to drinking water consumption and measurements of the water volume of the residential users in the sector Atahuala2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez2.

For the information gathering was determined the numbers of the monitored houses, the collection time was for 60 days (07:00-11:00). It was been made surveys to the residential users in order to obtain information like: typology and house 's types, number of consumers per home, numbers de health units and possible problems that increase water consumption; also, it has been made the mediation oh the values of the pressure with which the water reaches the homes of the sector.

With the use of a GIS(Geographic Information System) presented the project area, the location of the water meters, per capita consumption value and variation of water pressures.Subsequently, the statistical analysis and the interpretation of results resulted in: number of consumers per house, number of health units, maximum and minimum consumption of the sector, consumption values per capita characteristic of the sector, typical week, patterns of daily and hours consumption, consumption average for future populations. This information will used in the future for the design and redesign of drinking water networks.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema del trabajo experimental

"CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO. "

1.2 Antecedentes.

Para Guerrero [1], en el último siglo la población mundial ha crecido de manera acelerada llegando a cuadruplicarse, mientras que el consumo de agua potable se ha multiplicado por nueve y el consumo de agua para uso industrial se ha multiplicado por cuarenta. La disminución de las reservas de agua dulce se verá agravada en las próximas décadas ya que se estima que en los próximos 25 años la población mundial crecerá en aproximadamente un 40%, pasando de aproximadamente 6.000 millones de habitantes actuales a 8.300 en el año 2025.

Como se indica en [2], durante las últimas décadas los países desarrollados han generado estudios para conocer la cantidad de agua que consume una persona, según la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia sugieren un consumo mínimo de agua por persona de 20 litros/habitante/día. Generalmente el consumo de agua oscila entre 200 y 300 litros/habitante/día y en la mayoría de los países europeos y parte de Estados Unidos el consumo de agua puede llegar hasta los 550 litros/habitante/día.

Para Zúñiga [3], el estudio del consumo de agua potable es un factor que no se ha tomado en cuenta a lo largo de los últimos años, debido a que en los países Latinoamericanos este recurso es abundante, se estima que nuestra región contiene en sus territorios cerca del 26% de agua del planeta para abastecer solamente al 6% de la población, sin embargo, el hecho de que este recurso sea abundante no significa que esté disponible para todos. La falta de estudios que relacionen los usos y hábitos de

consumo con su mala distribución han ocasionado que el agua cada vez sea un recurso más difícil de abastecer.

Para Franco y Rodríguez [4], desde la concepción de nuestro país, el Ecuador ha sido un país privilegiado en materia de recursos hídricos, sin embargo, durante los últimos años, poco o nada se ha hecho por estudiar la forma como un ecuatoriano consume el agua, si se revisa bibliografía relacionada con el consumo de agua potable, usos del agua, hábitos de consumo, prácticamente la información que se encuentra es escasa, dejando como evidencia la ausencia de proyectos encaminados al estudio del consumo de agua.

1.3 Justificación.

Para Escribano[5], el crecimiento acelerado de la población ha ocasionado que el consumo de agua sea cada vez mayor y que en determinados sectores su escases genera pobreza y hambre, no obstante, a pesar de los tratados entre países la gobernanza y gobernabilidad del agua es una asignatura pendiente, compleja y sin superar, de ahí que se vuelve indispensable determinar la manera de como una persona consume agua ya que esto ayudará a conocer parámetros relacionados con los hábitos de consumo del agua potable , el consumo diario de una persona, la cantidad de agua que consume una persona por día y el uso que se le destina a dicho recurso.

Como se indica en [6], Ecuador es el país que consume más agua potable por habitante/día en América Latina, llegando hasta los 237 litros/habitante/día sobrepasando con un 40% el promedio de la región que es de 169 litros/habitante/día. El agua se desperdicia cuando cada ecuatoriano realiza sus actividades diarias sin cerrar la llave o tiene fugas en la tubería de su casa. Las instituciones encargadas del control y manejo del agua en nuestro país son SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) y las Empresas Publicas de Agua Potable de cada uno de los Municipios.

Como se indica en [7], en las ciudades ubicadas en el centro del país se estima que se consumen en promedio 166 litros de agua por cada habitante/día; en la ciudad de Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua el consumo promedio de agua es de 260 litros por cada habitante/día, siendo este consumo uno de los más elevados de

toda la región central y del país, el presente trabajo experimental busca contrastar este valor para cada parroquia del cantón Ambato.

El uso eficiente del agua trae consigo beneficios a las empresas prestadoras del servicio de agua potable como a los usuarios, quienes obtienen un ahorro de dinero en el pago por el consumo. El sistema de abastecimiento y distribución de agua potable en la ciudad de Ambato se encuentra a cargo de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado "EP-EMAPA", la misma que actualmente no cuenta con un estudio completo de las curvas patrones de consumo diario y horario por habitante y curvas características de consumo diario los sectores residenciales de las parroquias urbanas y rurales del cantón Ambato, acorde a [8] determinar los parámetros anteriormente citados, permite conocer los hábitos de consumo de agua potable de un determinado sector y con esta información realizar en un futuro el diseño y rediseño de redes de agua potable.

De ahí que la realización de este proyecto es de gran importancia ya que proporcionará información importante de valores de consumo reales que permitan optimizar las redes de agua potable existentes.

Los sectores en los que se ejecutará dicho proyecto son las zonas urbanas de las Parroquias rurales Atahualpa, Augusto Martínez y Constantino Fernández, ya que los valores en la parte rural no son representativos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Caracterizar la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Atahualpa 2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez 2, del cantón Ambato.

1.4.1 Objetivos Específicos

Obtener patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable de los sectores Atahualpa 2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez 2, del Cantón Ambato.

Realizar la georreferenciación del sector de investigación, caracterizando la zona residencial.

Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante un software GIS (Geographic Information System).

Determinar la demanda per cápita del consumo de agua potable del sector, considerando la variable económica.

Obtener las curvas de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Atahualpa 2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez 2, del Cantón Ambato.

Ejemplarizar los resultados obtenidos mediante la modulación de la red de agua potable que abarca el sector de investigación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 El agua

Para Rodríguez [9], el agua es una sustancia líquida inodora, insípida e incolora que se encuentra presente en la naturaleza está formada por la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Como se indica en [9], existen varios tipos de agua que se pueden encontrar en su estado natural.

a.- Agua Cruda. – Es aquella agua que se encuentra en su estado natural y que conserva totalmente sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas, radiológicas y biológicas.

b.- Agua Pura. – Es aquella agua que no ha sido modificada ni transformada por el hombre, es aquella que no presenta ningún agente contaminante.

c.- Agua de Lluvia. – Es aquella agua que cae en forma de precipitación líquida

d.- Agua de Escorrentía. –Es aquella procedente de las lluvias y que se encuentra escurrida y extendida sobre la superficie terrestre.

e.- Agua Potable. – Es aquella agua que después de procesos de potabilización se encuentra apta para el consumo humano y que además cumple con normas y estándares de calidad especificados en la CPE INEN5, Capítulo 4 publicado en 1992.

2.1.2 Consumo de agua potable.

Se considera como consumo de agua potable al volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades de los usuarios, se expresa en m³/día o ltr/día. El consumo de agua potable va a estar determinado por las condiciones climatológicas, la hidrología del sector, las costumbres locales y las actividades socio económicas de los habitantes.

2.1.3 Tipos de consumo

De acuerdo al tipo de usuario el consumo se clasifica en:

a.- Consumo Doméstico o residencial

b.-Consumo Público

c.-Consumo Industrial

d.- Consumo Comercial

a.- Consumo doméstico o residencial

Para Rodríguez [9], el consumo doméstico representa la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades normales de una vivienda ya sea para beber, preparar alimentos, aseo personal, lavar ropa, etc. Este tipo de consumo depende principalmente del clima y de la clase socioeconómica de los usuarios.

b.-Consumo Público

Para Rodríguez [9], el consumo público se refiere al de los edificios e instalaciones públicas tales como: escuelas, colegios, hospitales, parques, edificios gubernamentales, etc. El consumo público normalmente es excesivo debido al desperdicio generado por daños en tuberías, llaves y accesorios cuya reparación por lo general se retarda.

c.-Consumo Industrial

Como se indica en [9], este consumo se refiere al generado por fábricas, talleres, hoteles, etc. Depende de la cantidad y del tipo de industrias existentes en el sector. Generalmente las industrias poseen sistemas de abastecimiento propios, por lo que no influyen directamente sobre el sistema general.

d.- Consumo Comercial

Se refiere al consumo generado por los locales comerciales, depende del tipo y cantidad de comercios.

2.1.4 Dotación de consumo per cápita

Como se indica en [9], la dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua asignada para cada habitante, incluye todos los servicios que se realiza en un día medio anual, esta expresada en litros/habitante/día. Esta dotación se obtiene a partir del estudio de las necesidades de la población y no es una cantidad fija si no que se ve afectada por un sinnúmero de factores característicos de una sola comunidad.

Como se indica en [11], para el desarrollo de proyectos de agua potable, el código ecuatoriano de la construcción (CEC) y la Norma ecuatoriana de la construcción NEC-2011 recomiendan utilizar las siguientes dotaciones que están en función del clima, número de habitantes y del tipo de edificación.

Tabla 1. Dotaciones recomendadas por tipo de clima y número de habitantes

Población (habitantes)	Clima	Dotación media Futura (Lt/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Mayor a 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: CEC, Normas para el estudio y diseño de redes de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, 1992.

En la siguiente tabla se representa valores de dotaciones establecidas por la norma ecuatoriana de la construcción NEC-11, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.

Tabla 2: Dotaciones para edificaciones de uso específico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante /día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ³ área útil /día	40 a 60
Camales y plantas de faenamiento	L/ cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro Comercial	L/m ² área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante /día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona /día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante /día	20 a 50
Hospitales	L/cama /día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante /día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante /día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante /día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto /día	100 a 500
Oficinas	L/persona /día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona /día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/m ² área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario /día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador /jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero /día	10 a 15
Universidades	L/estudiante /día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fabricas	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción NEC-11. Capítulo 16. Norma Hidrosanitaria NHE Agua. Pág. 16 y 17, 2011.

2.1.5 Factores que afectan a la dotación

Existen varios factores que pueden influir en el incremento y disminución de la dotación, los cuales se detallan a continuación:

a.- Cantidad de agua disponible

Es la cantidad de agua que se dispone en las fuentes naturales y es un factor determinante para la dotación ya que su exceso generará un incremento en el consumo permitiendo abastecer de agua potable áreas más extensas y sus escases generará limitaciones al momento de realizar la dotación.

b.-Magnitud de la población

El crecimiento de la población es directamente proporcional con el consumo, si la población es mayor el consumo será mayor debido al incremento de la necesidad de agua para viviendas, usos públicos e industrias.

c.-Clima

La variación de temperatura de un sector con respecto a otro influye en las costumbres relacionadas con el consumo de agua, si clima es cálido el consumo será mayor ya que aumenta su empleo en baños, lavado de ropa, riego de jardines y otros usos.

d.-Tipo de actividad principal

Es importante tener en cuenta la actividad principal en la cual se va a emplear el agua, generalmente la dotación se realiza para residencias, comercios, industrias y usos públicos. En ciertas zonas suele aparecer otro uso que es la agricultura, actividad que incrementa el consumo generando una sobreexplotación del agua.

e.-Nivel económico

Mientras mayor sea el nivel económico de la población mayor será el consumo de agua, debido a que aumenta las exigencias en el requerimiento de agua.

f.-Calidad del agua

La calidad del agua influye directamente en el consumo, si la calidad del agua es mala el consumo disminuye debido a la desconfianza generada en los habitantes por la presencia de hongos, bacterias, minerales pesados que generan enfermedades.

g.- Presión del agua

Para Rodríguez [9], la presión del agua es un factor que aumenta el consumo, si la presión es baja el aumento en el consumo se debe a los desperdicios y si la presión es alta el aumento en el consumo es debido a las fugas ocasionadas por daños en las tuberías. El rango adecuado de presiones en una red de agua potable debe oscilar entre 1 Kg/ cm² y 5 Kg/ cm², valores superiores a los 5 Kg/ cm² indican que es necesario instalar accesorios que reduzcan la presión.

h.- Medidores de agua

La instalación de medidores ayuda a disminuir el consumo de agua, debido a que se tiene que pagar por lo que se consume, además al ser un dispositivo de control evita los desperdicios y las fugas.

i.- Costo del agua

El costo del agua es inversamente proporcional con el consumo, si el costo es elevado el consumo tiende a disminuir debido a la situación económica de los habitantes, por el contrario, si el costo es bajo el consumo tiende a incrementarse.

j.- Existencia de la red de alcantarillado

La existencia de un sistema de alcantarillado que trabaje de manera óptima incrementa el consumo de agua, debido a que se puede eliminar de manera rápida las aguas servidas.

k.- Fugas y desperdicios

Como se demuestra en [9], las fugas y desperdicios, aunque no constituyen un tipo de consumo las fugas y desperdicios son un factor de gran importancia que se debe considerar, representa del 30% al 40% de la suma de los consumos antes citados.

2.1.6 Variaciones de consumo

El consumo de agua no es un parámetro constante, esto quiere decir que siempre va a estar sujeto a variaciones diarias durante todo el año, por esta razón es necesario calcular los consumos máximos diarios y horarios, así como los coeficientes de consumo máximos diario y horario respectivamente.

2.1.7 Coeficiente de consumo máximo diario (k1)

Para Garzón [10], el coeficiente se lo obtiene mediante la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, representa el día de máximo consumo de datos registrados durante un año.

$$k1 = \frac{\text{Mayor consumo diario}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \quad (\text{Ec } 1)$$

Por lo general el coeficiente de consumo máximo diario k1 presenta valores de:

$$k1 = 1.2 \text{ a } 1.5$$

Como se indica en [11], el instituto ecuatoriano de normalización (INEN) y el código ecuatoriano de la construcción (CEC) en su capítulo referente a Diseño de instalaciones Sanitarias, apéndice 4.5.2.2 recomienda un valor de **k1= 1.25** para todos los niveles de servicio.

2.1.8 Coeficiente de consumo máximo horario (k2)

Como se indica en [10], el coeficiente se lo obtiene mediante la relación entre el consumo máximo horario y el consumo medio diario, representa la hora de máximo consumo del día de todos los datos registrados durante un año.

$$k1 = \frac{\text{Consumo maximo horario (QMH)}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \quad (\text{Ec } 2)$$

Por lo general el coeficiente de consumo máximo horario k2 presenta valores de:

$$k2 = 2.0 \text{ a } 2.3$$

Como se indica en [11], el instituto ecuatoriano de normalización (INEN) y el código ecuatoriano de la construcción (CEC) en su capítulo referente a Diseño de instalaciones Sanitarias, apéndice 4.5.3.2 recomienda un valor de **k2=2.3** para todos los niveles de servicio.

2.1.9 Consumo medio diario anual (Qmd)

Como se indica en [12], el consumo medio diario anual es la cantidad de gua requerida para satisfacer las necesidades de una población futura tomando en cuenta la dotación

asignada, es el promedio de los consumos diarios durante un año, se determina con la siguiente relación.

$$Qmd = \frac{DP}{86400} \quad (Ec\ 3)$$

Donde:

Qmd= Consumo medio diario anual, en Lt/s.

D= Dotación, en Lt/habitante/día.

P= Población futura, en habitantes.

2.1.10 Consumo máximo diario (QMD).

Como se indica en [12], el consumo máximo diario es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en un día de máximo consumo en un año tipo. Se obtiene multiplicando el consumo medio diario anual por el coeficiente de consumo máximo diario.

$$QMD = Qmd \times k1 \quad (Ec\ 4)$$

Donde:

QMD= Consumo máximo diario

Qmd= Consumo medio diario anual

k1= Coeficiente de consumo máximo diario

2.1.11 Consumo máximo horario (QMH)

Como se indica en [12], el consumo máximo horario es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en una hora del día de máximo consumo en un año tipo, sin tomar en cuenta el consumo contra incendios. Se obtiene multiplicando el consumo máximo diario por el coeficiente de consumo máximo horario.

$$QMH = QMD \times k2 \quad (Ec\ 5)$$

Donde:

QMH= Consumo máximo horario

QMD= Consumo máximo diario

k2= Coeficiente de consumo máximo horario

2.1.12 Curva de consumo diario

Para Bastidas [13], la curva de consumo es una herramienta muy útil para determinar cómo la población consume el agua en un sector determinado, facilita información sobre los caudales reales demandados por el usuario a lo largo del día y de esta manera se puede conocer los caudales máximos y mínimos, así como las horas pico donde se presentan dichos consumos.

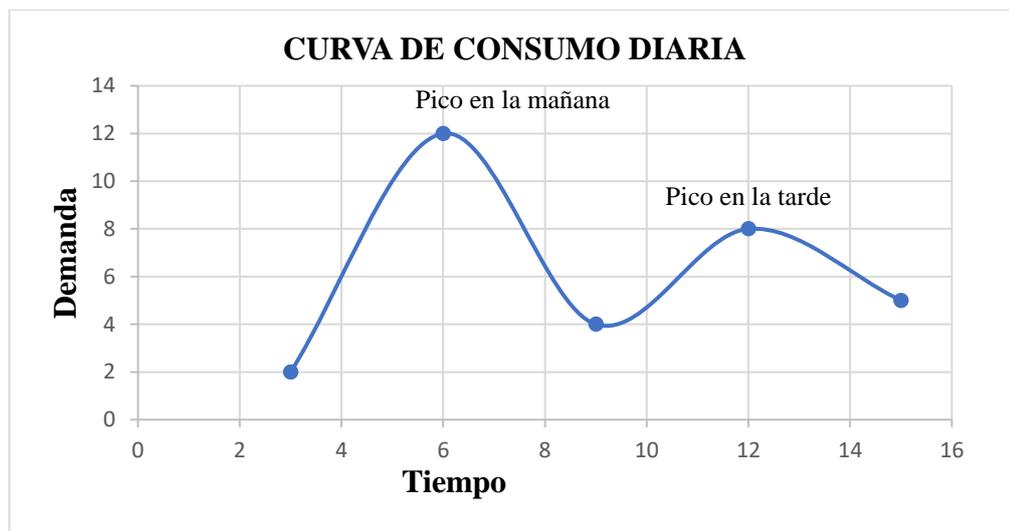


Figura 1: Curva de consumo diaria típica

Realizado por: Joaquín Segovia

2.1.13 Patrones de consumo

Como se indica en [14], los patrones de consumo caracterizan las frecuencias de consumo instantáneo de todos los suscriptores de una localidad, permite conocer el volumen de agua que se consume para diferentes intervalos de caudal generalmente en litros/hora, se construye asignando a cada rango de caudales el porcentaje de volúmenes sobre el total consumido dentro de cada intervalo.

2.1.14 Caudal máximo instantáneo.

Para Bastidas [13], el caudal máximo instantáneo es la suma de todos los caudales instantáneos generados por cada uno de los aparatos sanitarios presentes en una vivienda y que se encuentren funcionando de manera simultánea, generalmente el consumo real de la edificación suele ser menor que el consumo máximo instantáneo debido a que es muy difícil lograr un funcionamiento simultáneo de todos los aparatos sanitarios en condiciones normales, esto es debido a aspectos constructivos propios de cada aparato sanitario y sobre todo a que son usados con frecuencias muy variadas que dependen exclusivamente del tipo de edificación donde son usados.

En la siguiente tabla se detalla los caudales instantáneos, presiones y diámetros para aparatos sanitarios recomendados para la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2011.

Tabla 3: Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (Lt/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		Recomendada (m.c.a)	Mínima (m.c.a)	
Bañera/tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores/ calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero de cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifos para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con deposito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con Fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, hidromasaje	1.0	15.0	10.0	25

Fuente: NEC 2011. Capítulo 16. Norma Hidrosanitaria NHE Agua, Ecuador, 2017.

2.1.15 Caudal máximo probable (QMP)

Como se indica en [15], el caudal máximo probable es el caudal más alto que probablemente podría presentarse en cada tramo de tubería y se utiliza en el pre dimensionamiento de la red, ayuda a determinar el diámetro de la tubería, se calcula multiplicando el caudal de los aparatos suministrados por un coeficiente de simultaneidad.

El caudal máximo probable se calcula con la siguiente ecuación.

$$QMP = ks \times \sum qi \quad (Ec 6)$$

Donde:

QMP= Caudal máximo probable instantáneo

ks= coeficiente de simultaneidad

qi= caudal mínimo de los aparatos suministrados.

El coeficiente de simultaneidad (ks) se obtiene de la siguiente formula

$$ks = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n))) \quad (Ec 7)$$

Donde:

n= Número total de aparatos sanitarios.

F= Factor que toma los siguientes valores

F=0, según norma francesa NFP 41204

F=1, para edificios de oficinas y semejantes

F=2, para edificios habitacionales

F=3, hoteles, hospitales y semejantes

F=4, edificios académicos, cuarteles y semejantes

F=5, edificios e inmuebles de demanda superiores

Como se indica en [15], cuando se desee calcular el caudal máximo probable instantáneo y el coeficiente de simultaneidad para varias viviendas, casas o departamentos semejantes pertenecientes al mismo predio las ecuaciones serán las siguientes:

$$QMP = ks \times kss \times \sum Qi \quad (Ec 8)$$

$$kss = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)} \quad (Ec 9)$$

Donde:

N= número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio.

ks= simultaneidad para el número de aparatos de la vivienda tipo

kss= simultaneidad entre viviendas, casas y departamentos

Qi= caudal instantáneo por vivienda.

2.1.16 Medidores de caudal

Para Cerulia [16], los medidores de caudal son instrumentos destinados para medir, memorizar y poner en el visor de forma continua el volumen de agua que circula a través del mismo, la medición se realiza mediante un tambor acumulativo en litros, metros cúbicos o unidades equivalentes mediante un registrador.

Con el fin de generar un control y por ende un ahorro en el consumo de agua las empresas públicas municipales han desarrollado mecanismos de medición de caudales, estos mecanismos son la macro medición y la micro medición.

2.1.17 Tipos de medidores de caudal

2.1.17.1 Macro medidores

El macro medidor es una herramienta para mantener el control del flujo en instalaciones donde el requerimiento de caudal es grande como por ejemplo tanques de almacenamiento, industrias, escuelas, cuerpo de bomberos, etc. Una de las características de estos dispositivos es que la pérdida de carga es muy reducida.



Figura 2: Macro medidor

Fuente: Catálogo para macro medidores de agua Arad,2011

2.1.17.2 Micro medidores

El micro medidor es una herramienta para mantener el control del flujo en instalaciones donde el requerimiento de caudal es pequeño como por ejemplo residencias, departamentos, locales comerciales, servicios públicos, entre otros.

Los micro medidores pueden ser de dos tipos:

- a.- Micro medidores volumétricos
- b.- Micro medidores de velocidad

a.- Medidores de agua volumétricos

Para Ocampos [17], los medidores de flujo volumétrico determinan el volumen de agua que pasa a través de una tubería en una unidad de tiempo, el mecanismo consiste en el empleo de una cámara de forma cilíndrica con un elemento móvil dentro de ella, el cual al pasar el agua adquiere un movimiento periódico que ocasiona el vaciado y llenado de la cámara, el movimiento del elemento móvil sigue el mismo sentido del agua es decir tiene un movimiento positivo.

Los medidores volumétricos permiten medir un alto rango de caudales de manera muy precisa, posee una estrella giratoria que detecta fugas cuando los caudales son mínimos.



Figura 3:Medidor Volumétrico

Fuente: Catálogo para medidores de agua Dorot,2014

b.- Medidores de agua de velocidad

Como se indica en [16], los medidores de agua de velocidad emplean un procedimiento mecánico que por acción de la velocidad del agua giran un mecanismo móvil, consiste en medir el volumen de agua que pasa por un tubo que se encuentra instalado dentro del medidor, el movimiento del agua acciona un rotor o turbina, las revoluciones del rotor o turbina generados durante cierto tiempo es proporcional al movimiento del agua.

Los medidores de velocidad se dividen en dos tipos

- a.- Medidores de velocidad de chorro único.
- b.- Medidores de velocidad de chorro múltiple.

Medidores de velocidad de chorro simple

Para Cesar [18], los medidores de velocidad de chorro simple son muy utilizados para medir el volumen de agua que se consume en viviendas y departamentos, poseen únicamente un orificio de entrada y uno de salida, el movimiento del agua acciona la turbina que se encuentra dentro del dispositivo, la rotación de la turbina transmite el movimiento al mecanismo de lectura que permite la medición del volumen de agua que pasa a través del contador.



Figura 4: Medidor de chorro simple.

Fuente: Catálogo para medidores de agua de chorro único Fluvial, 2017

Medidores de velocidad de chorro múltiple

Como se indica en [18], los medidores de velocidad de chorro múltiple se caracterizan por poseer múltiples orificios de entrada y de salida, el movimiento del agua que ingresa al dispositivo acciona la turbina y de esta manera se inicia el proceso de medición del caudal.



Figura 5: Medidor de chorro múltiple.

Fuente: Catalogo de medidores de chorro múltiple MP, 2017

2.1.18 Sistema de información geográfica (SIG)

Como se indica en [19], el sistema de información geográfica (SIG) es un conjunto de herramientas que recoge, almacena, extrae, analiza y visualiza información geográfica.

del mundo real, se caracteriza por el tipo de datos que maneja y por la manera cómo estos datos se almacenan y se relacionan mediante atributos.

Dentro del análisis de una red de agua potable se suele manejar una gran cantidad de información física, espacial y económica la misma que se almacena en una base de datos por separado, la utilización de los sistemas de información geográfica permite agrupar toda esta información en un solo elemento.

2.1.18.1 Funciones de un SIG

Para León [20], un SIG tiene las siguientes funciones:

- a.- Permitir la entrada y salida de información geográfica en diversos medios y formas.
- b.- Capturar la información gráfica mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes satélite, fotografías, imágenes, etc.
- c.- Contener la información que garantice el funcionamiento analítico de un SIG.
- d.- Agrupar o separar la información en diferentes capas temáticas y de ser necesario almacenarlas por separado.
- e.- Resolver los problemas de datos de entrada.
- f.- Buscar y entregar características generales de un lugar en específico.

2.1.19 Mapa digital

Como se indica en [21], un mapa digital es el conjunto de dibujos electrónicos hechos a base de elementos gráficos sencillos (líneas puntos, círculos, etc.) representan la información espacial y atributos almacenados en un ordenador y que se encuentra estructurado por capas con el propósito de facilitar su impresión.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula H_N :

La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Atahualpa 2, Augusto Martínez 2 y Constantino Fernández 2, influye en su curva de consumo diario.

2.2.2 Hipótesis alternativa H_A :

La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Atahualpa 2, Augusto Martínez 2 y Constantino Fernández 2 no influye en su curva de consumo diario.

2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis

2.3.1 Variable independiente

La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Atahualpa 2, Augusto Martines 2 y Constantino Fernández 2

2.3.2 Variable dependiente

Curva de consumo diario.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipo de investigación

Los niveles o tipos de investigación que se empleará en el presente proyecto serán:

a.- Exploratorio

b.-Analítico

c.-Descriptivo

a.-Exploratorio, porque se realizará la medición de caudales diarios con la ayuda de un registro fotográfico de los medidores, también se realizará encuestas sobre el consumo de agua potable en las viviendas seleccionadas de los sectores Atahualpa 2, Augusto Martínez 2 y Constantino Fernández 2 del cantón Ambato, finalmente se realizará la medición de la presión con la que el agua llega a las viviendas sujetas al presente estudio.

Debido a que los sectores antes mencionados son extensos y lejanos el proceso de toma de datos se lo realizará entre dos personas la señorita Tanya Llamuca y el señor Joaquín Segovia, cada tesista realizará el levantamiento de información de una parte de los sectores de estudio, lo cual permitirá que el trabajo sea realizado de una manera rápida y con la confiabilidad de que la información es real y segura.

b.- Analítico, porque se realizará el análisis de toda la información recolectada en el área de estudio para su posterior tabulación. Los tesistas nos pusimos de acuerdo en tomar cada uno una zona determinada para su respectivo análisis, en la cual se determinó que Atahualpa I será analizado por el Sr Joaquín Segovia y los sectores Augusto Martínez y Constantino Fernández serán analizados por la Señorita Tanya Llamuca , el motivo por el cual se dividió el análisis de los sectores es debido a que los coeficientes de proyección para consumos medios son únicos para cada sector, es decir se determinara un coeficiente para cada parroquia.

c.-Descriptivo, porque cuando el proyecto haya culminado se dispondrá de información como: curvas de consumo diario, patrones de consumo, presiones, caudales máximos horarios y diarios de las viviendas sujetas al presente estudio del sector Atahualpa del Cantón Ambato, finalmente toda esta información se fusionará y se representará mediante un sistema de información geográfica (SIG).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Como se indica en [22], la población que se tomó para la realización del presente estudio fue la información predial urbana y rural disponible en la dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato, se tomó la información de la Parroquia Atahualpa donde existen 3736 predios urbanos, en la parroquia Augusto Martínez existen 836 predios urbanos y en la parroquia Constantino Fernández existen 561 predios urbanos, de un total de 83235 predios urbanos en todo el cantón Ambato.

3.2.2 Muestra

Como se indica en [23], el método empleado para determinar la muestra de nuestro proyecto fue el “*Muestreo No Probabilístico Por Juicio De Expertos O Discrecional*”, el cual expone que la muestra puede ser seleccionada intencionalmente a base de conocimiento y juicio del investigador, este tipo de muestreo es económico, práctico y rápido, es subjetivo y su valor depende por completo de la creatividad de la autoridad encargada del estudio.

Se ha seleccionado una muestra del 3% de la población total existente en cada sector, se determinó este porcentaje debido a los siguientes criterios:

a.-El proyecto de investigación “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del cantón Ambato” abarca todas las parroquias urbanas y rurales, con el objetivo de obtener los patrones de consumo y consumo per cápita correspondiente a cada una de ellas.

b.-La población del cantón Ambato está integrada por 83235 predios urbanos, según datos proporcionados por la dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón

Ambato; por lo cual el estudio se ha dividido en 25 subproyectos que conforman el macroproyecto.

c.-Cada subproyecto se enfoca en un sector en particular.

d.-La intención de cada subproyecto es abarcar una muestra representativa de la totalidad de predios; esto corresponde al 3%, es decir 2498 predios.

e.-Distribuyendo los 2498 predios entre 25 subproyectos, cada uno de ellos contemplará 100 predios.

f.-Por ende, mi proyecto “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Atahualpa 2, Constantino Fernández 2 y Augusto Martínez 2 del cantón Ambato” analizará 100 predios en la parroquia Atahualpa, que representa el 2.7% del total de la población existente en esta parroquia.

3.3 Operacionalización de variables

3.1.1 Variable independiente

La demanda de agua potable de los habitantes de los sectores Atahualpa 2, Augusto Martines 2 y Constantino Fernández 2.

Tabla 4: Variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Es la cantidad de agua potable requerida por los habitantes de las residencias para el desarrollo de sus actividades diarias como aseo personal, preparación de alimentos y demás actividades, este volumen de agua puede ser medido en un período de tiempo determinado y va a depender de algunos factores como: el número de habitantes y el número de unidades sanitarias presentes en una vivienda.	Cantidad de agua potable	Volumen de agua	¿Cuál es la cantidad de agua potable que se consume por cada vivienda?	Mediante la utilización de micromedidores volumétricos de velocidad de ½” (pulgada) de diámetro, instalados en cada vivienda, que contabilizará la cantidad de agua consumida diariamente en cada vivienda
	Unidades Sanitarias	Número	¿Cuál es el número de aparatos sanitarios presentes en cada vivienda residencial?	Mediante encuestas realizadas a los usuarios residenciales.

Realizado por: Joaquín Segovia

3.1.1 Variable dependiente

Curva de consumo

Tabla 5: Variable Dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Son curvas que facilitan información sobre las variaciones de consumo demandados por el usuario a lo largo del día y de esta manera se puede conocer los caudales máximos y mínimos, así como las horas pico donde se presentan dichos consumos	Variaciones de Consumo	Horas de mayor y menor consumo	¿Cuáles son las horas donde se presenta el mayor y menor consumo de agua potable a lo largo del día?	Gráficas de consumo (volumen consumido vs tiempo de consumo)
		Intervalo de caudales	¿En qué rango de caudales ocurre el mayor consumo de agua potable en el día?	Curvas de patrones de consumo (Rangos de caudal vs % promedio de consumo)

Realizado por: Joaquín Segovia

3.4 Plan de recolección de información

Tabla 6: Plan de recolección de información

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Para conocer la demanda per cápita y patrones de consumo de agua potable de las viviendas residenciales de los sectores de estudio.
2. ¿Qué evaluar?	Volumen de agua consumida por habitante
3. ¿De qué personas u objetos?	Agua potable consumida diariamente.
4. ¿Sobre qué aspectos?	Día de máximo consumo
5. ¿Quién evalúa?	Joaquín Patricio Segovia Andino
6. ¿Dónde evalúa?	En las Parroquias Atahualpa 2, Augusto Martínez 2 y Constantino Fernández 2 del cantón Ambato.
7. ¿Cómo y con qué?	a.-Mediante mediciones diarias de caudales consumidos durante 60 días con la utilización de micro medidores de velocidad de ½” (pulgada) instalados en las viviendas. b.-Realización de una encuesta sobre los hábitos de consumo de agua potable de los usuarios residenciales. c.-Toma de presiones con un manómetro d.-Utilización de Software

Fuente: Joaquín Segovia

3.5 Plan de procesamiento y análisis.

3.5.1 Plan de procesamiento de la información

a.- Realizar una investigación bibliográfica sobre los procesos utilizados para la obtención de las curvas de consumo de agua potable, como también la metodología

que ayudará a determinar los caudales máximos probables en edificaciones de tipo residencial.

b.- Presentar un sistema de medición de caudales demandados de una muestra de población de un área determinada.

c.- Realizar una encuesta a los usuarios residenciales en donde se identificará el estrato socio-económico, tipo de vivienda, área de la vivienda, número de personas que habitan el inmueble, número de unidades sanitarias, tipo de medidor de caudal, nivel de servicio del recurso hídrico, entre otros.

d.-Recaudación de los datos de campo (medición de los caudales diariamente, las encuestas y la presión del agua) a los usuarios residenciales del área de proyecto.

e.- Revisar y organizar la información obtenida mediante se vaya recolectando los datos en campo.

f.-Tabulación y corrección de la información obtenida.

3.5.2 Plan de análisis de la información.

a.-Análisis estadístico y matemático de la información recolectada, mediante la utilización de un software especializado para el mismo.

b.-Proponer curvas características de consumo diario para las diferentes zonas de estudio.

c.-Digitalizar la información obtenida mediante la utilización de un sistema de información Geográfica GIS.

d.-Constatar que se cumpla la hipótesis planteada en el presente proyecto.

e.-Realizar las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción del sector en estudio

El presente estudio se realizará dentro la zona urbana del sector Atahualpa I, debido a que las actividades relacionadas con los hábitos de consumo de agua potable son más representativas en el sector urbano que en el sector rural.

4.1.1 Sector urbano de la parroquia Atahualpa

La parroquia Atahualpa se encuentra ubicada dentro del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, cuenta con 3736 predios urbanos clasificados en residencias unifamiliares, residencias bifamiliares, comercios, centros educativos. Actualmente el sector de estudio dispone de todos los servicios básicos como: agua potable, luz eléctrica, sistema de alcantarillado, vías de acceso asfaltadas, adoquinadas y lastradas.

Como se indica en [24], de acuerdo a la “*Ordenanza de delimitación del área urbana y de expansión urbana de la cabecera de la Parroquia Atahualpa del cantón Ambato*” la zona urbana del sector en estudio encuentra delimitado de la siguiente forma:

Al norte: Del punto N° 1, ubicado en la intersección del Camino Real y la Quebrada Chihuaycu cuyas coordenadas son: Este 765761,63 y Norte 9866929,83; continúa en dirección Sureste por la Quebrada Chihuaycu aguas abajo hasta el cruce con la Línea Férrea en el punto N° 2 con coordenadas: Este 766960,89 y Norte 9866396,42; de este vértice continúa en dirección Sureste por la Quebrada Chihuaycu hasta empalmar con un camino público en el punto N° 3 con coordenadas: Este 767278,08 y Norte 9866126,85; de este vértice continúa en dirección Sureste, siguiendo la misma Quebrada hasta empalmar a la calle de los Macastos en el punto N° 4 con coordenadas Este: 767692,39 y Norte 9866005,19.

Al este: Del punto N° 5 continúa en dirección Sureste por la Avenida Indoamérica hasta el cruce con la Avenida Pedro Vásquez en el punto N° 6 con coordenadas Este 767333,62 y Norte 9864345,65.

Al sur: Del punto N.º 6 continúa en dirección Oeste por la Avenida Pedro Vásquez hasta empalmar con la Avenida Rodrigo Pachano en el punto N.º 7 con coordenadas: Este 767100,69 y Norte 9864389,22; de este vértice continúa en dirección Suroeste por la Avenida Rodrigo Pachano hasta empalmar con la calle Veinte y Dos de Enero en el punto N.º 8 con coordenadas: Este 766977,59 y Norte 9864325,06; de este cruce continúa en dirección Noroeste por la calle Veinte y Dos de Enero hasta el cruce con la calle Cueva de Los Tayos en el punto N.º 9 con coordenadas: Este 766652,20 y Norte 9864598,57; de este punto continúa en dirección Suroeste por la calle Cueva de los Tayos hasta el cruce con la Quebrada Abrilhuaycu en el punto N.º 10 con coordenadas: Este 766218,42 y Norte 9864394,37.

Al oeste: Del punto N.º 11 continúa en dirección Norte por el camino Real hasta empalmar al punto N.º 1. Coordenadas tomadas con elipsoide de referencia: WGS 84

Delimitación de la zona urbana parroquia Atahualpa

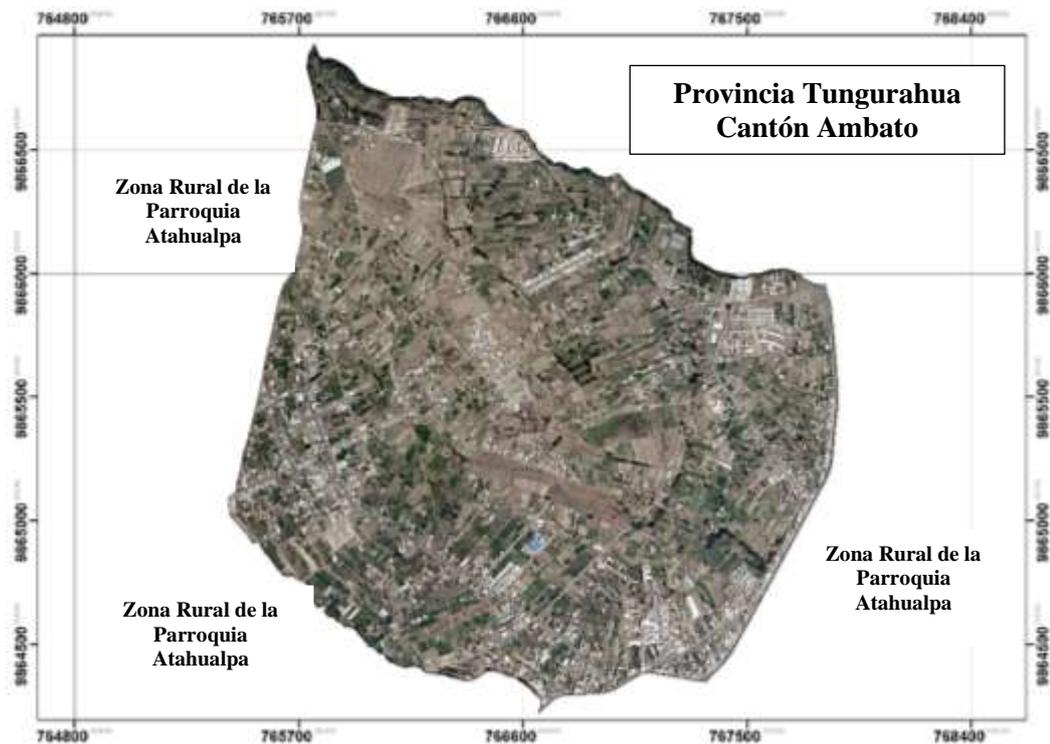


Figura 6: Delimitación de la zona Urbana de la parroquia Atahualpa

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Figura 6** se muestra la delimitación urbana de la parroquia Atahualpa, indica el área donde se realizará el presente estudio.



TEMA DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO.

REALIZADO POR: JOAQUÍN SEGOVIA

PARROQUIA: ATAHUALPA

ÁREA DEL SECTOR DE ESTUDIO

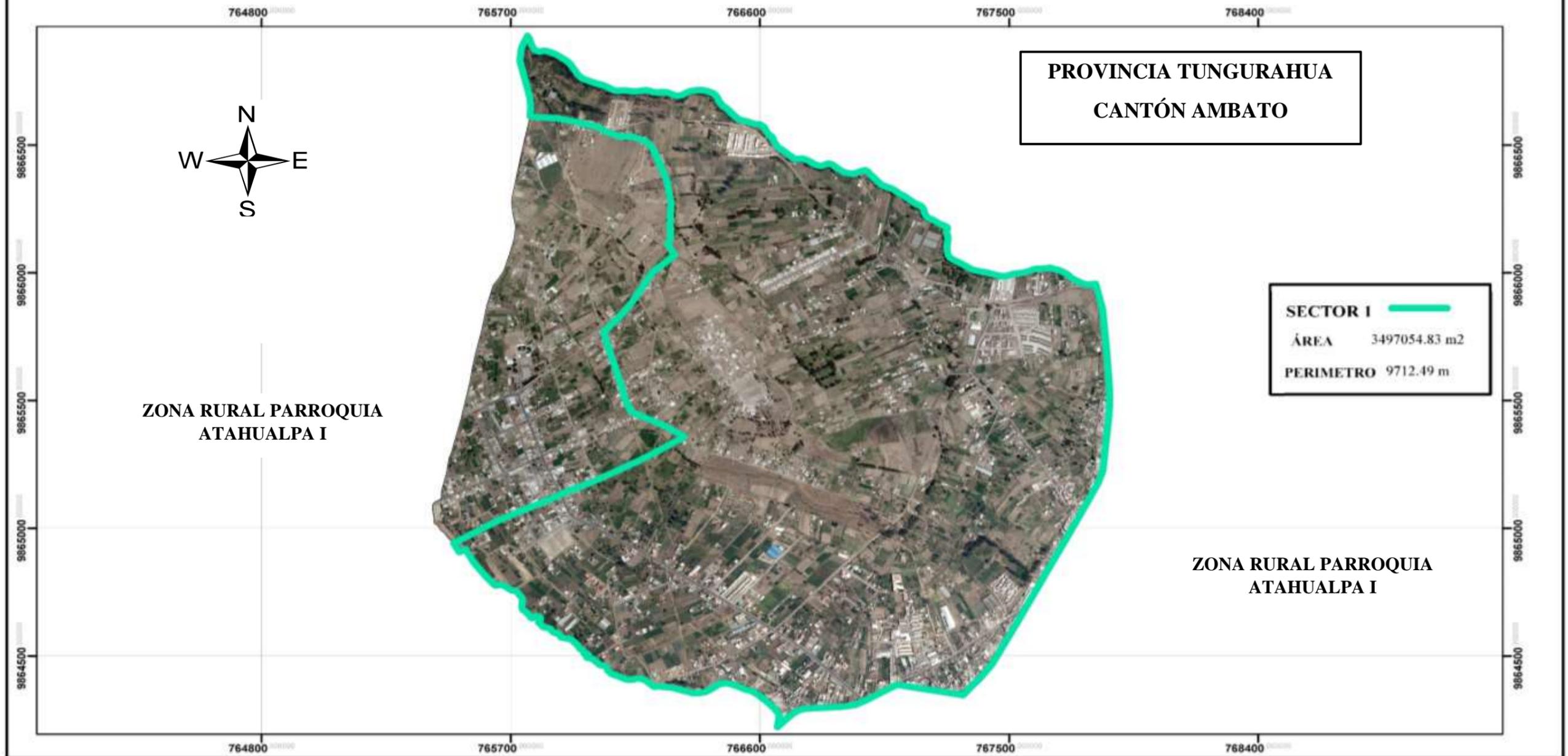


Figura 7: Área de estudio del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia



TEMA DE INVESTIGACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO.

REALIZADO POR: JOAQUÍN SEGOVIA

PARROQUIA: ATAHUALPA

GEORREFERENCIACIÓN DE LA MUESTRA

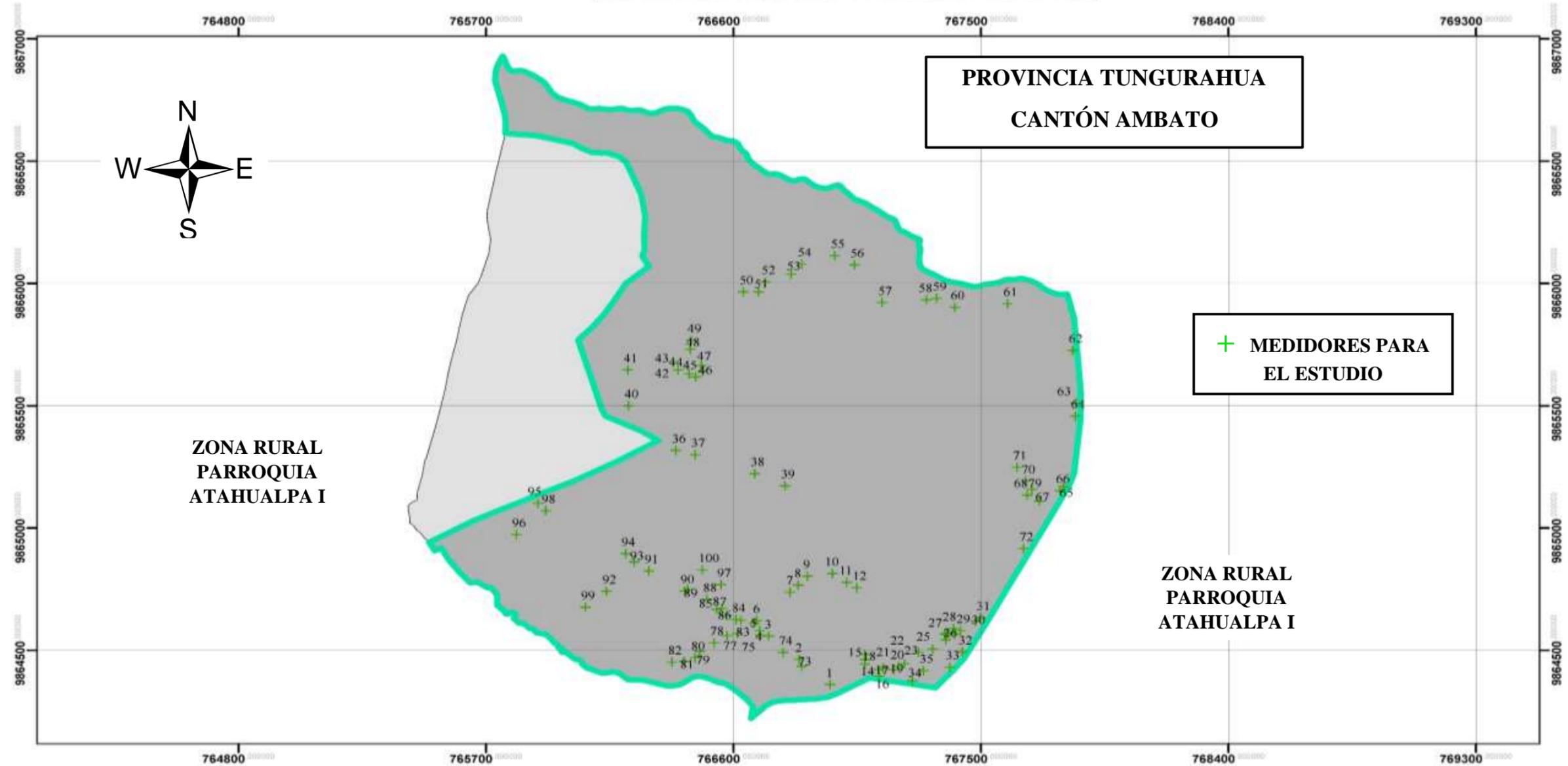


Figura 8: Georreferenciación de la muestra

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Figura 7** se muestra el área georreferenciada del sector de estudio de la parroquia Atahualpa, el software utilizado fue un GIS (Sistema de Información Geográfica), las 100 viviendas de la muestra están incluidas dentro del área que abarca la línea de color turquesa, además se muestra el área y el perímetro del sector.

En la **Figura 8** se muestra los puntos georreferenciados de la muestra tomada en la Parroquia Atahualpa I, cada punto representa el medidor de la vivienda seleccionada el software utilizado fue un GIS (Sistema de Información Geográfica), los medidores se encuentran enumerados desde el medidor N° 1 hasta el medidor N° 100.

4.2. Recolección de información

4.2.1 Aplicación de las encuestas a usuarios residenciales.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó encuestas a los usuarios residenciales de las parroquias Atahualpa 1, con el propósito de recolectar información indispensable para obtener datos reales basados en los hábitos de consumo de agua potable tales como: ubicación de la residencia a analizar, tipología de vivienda a analizar, número de usuarios residenciales, número de unidades sanitarias por vivienda, tipo y condición de los medidores volumétricos de agua potable ubicados en las viviendas, identificación de problemas del uso de agua potable y nivel de servicio del recurso hídrico. La encuesta se encuentra dividida en tres ítems los cuales se detallan a continuación:

a.- Información del predio

b.- Servicio de agua potable

c.- Nivel de servicio

En el ítem **a** de la página 36, se recolectó información acerca de la ubicación del predio encuestado como: calles principales y secundarias, barrio a sector, se logró obtener esta información mediante preguntas a los dueños de los predios. Además, se obtuvo información acerca de las áreas del terreno y de construcción, número de pisos de la vivienda y de ser el caso el número de departamentos, de igual manera se obtuvo esta información mediante preguntas a los dueños de los predios.

En esta parte de la encuesta se obtuvo información acerca de la tipología de la vivienda donde se clasificó a cada vivienda de acuerdo a la siguiente nomenclatura A, B, C, D, se explicará el significado de cada tipología cuando se realice el análisis de resultados, al estar este parámetro ligado con la condición socio económica de cada habitante, este casillero fue llenado por el investigador tomando en cuenta varios aspectos como: la estética, calidad de la construcción así como los servicios que dispone cada vivienda.

Dentro de este ítem también se recolectó información acerca de los tipos de vivienda, la clasificación que se propuso para la esta investigación fue: residencias unifamiliares, residencias bifamiliares, comercios, industria, educativa, municipal, gubernamental, recreacional, edificio departamentos y edificio oficinas, esta información se recolectó mediante preguntas a los dueños de cada predio.

Otro parámetro que se recolectó dentro del primer ítem fue el de número de usuarios por cada vivienda, donde se preguntó la cantidad de personas presentes en la mañana y la noche para de ahí sacar un promedio por cada vivienda, esta información se obtuvo mediante preguntas a los dueños de cada vivienda.

En el ítem **b** de la página 36, se obtuvo información acerca de unidades sanitarias presentes en cada vivienda, los tipos de aparatos sanitarios que se preguntaron fueron: inodoros, lavamanos, bidet, ducha, grifos, lavaplatos, lavadora, tanque de lavado, piscina, hidromasajes, esta información fue proporcionada por los dueños de cada predio.

En el apéndice 2.2 que se refiere al medidor se recolectó información acerca de los diámetros de las acometidas y tipo de velocidad de flujo, esta información fue proporcionada por los dueños del predio, también se obtuvo información sobre el número, marca y condición del medidor, esta información fue tomado por el investigador cuándo se realizó la toma de fotografías durante los 60 días.

Dentro de este ítem se preguntó a los usuarios si existe o no tanques de reserva y tanques cisterna con su respectiva capacidad de almacenaje en m³ (metros cúbicos), además se preguntó acerca del costo institucional y mensual por cada m³, también se obtuvo información acerca del volumen de agua promedio consumido en cada

vivienda este valor se obtuvo una vez tabulado toda la información de las mediciones diarias.

Dentro de la identificación de problemas se recogió información acerca de fugas visibles, pérdidas visibles y uso inadecuados del agua, estos parámetros fueron identificados por el investigador mediante la observación de anomalías presentes en las instalaciones como humedad.

En el ítem *c* de la página 36, se recogió información acerca del nivel de servicio del agua potable, se preguntó si la dotación del agua es permanente ó esporádica, si la cantidad del agua es suficiente ó insuficiente y si la calidad del agua es excelente, buena, regular ó mala, esta información se recolectó mediante preguntas a los dueños de cada predio y no tiene ningún carácter técnico.

Finalmente se preguntó acerca de la presión con la que el agua llega a cada vivienda, si esta es alta, baja o normal, además se preguntó si el agua abastece a toda la vivienda y si existe problemas intradomiciliarios y extra domiciliarios, esta información se obtuvo mediante preguntas a los dueños de los predios.

En la **Tabla 7**, de la página 36 se muestra el formato de encuesta que se utilizó para la recolección de información referente a los ítems antes mencionados.

Tabla 7: Encuesta sobre el consumo de agua potable

 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DEL RECURSO AGUA - CARRERA DE CIVIL					
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE					
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VARIOS SECTORES DEL CANTÓN AMBATO					
SECTOR:					ENCUESTA No
REALIZADO POR:					
FECHA:			IDEN VIVIENDA		
1. INFORMACIÓN DEL PREDIO					
1.1. UBICACIÓN			1.2. DIMENSIONES		
Calle principal:			Área terreno	m2	Área construcción (PB)
Calle secundaria:			No Pisos		No Departamentos
Barrio/Sector:			1.3 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA		
Parroquia	Urbana	Rural	A	B	C
1.3. TIPO DE VIVIENDA			1.4. USUARIOS		
RESIDENCIA UNIFAMILIAR	RESIDENCIA BIFAMILIAR	COMERCIO	INDUSTRIA	EDUCATIVA	Número total en cada departamento
					Mañana <input type="text"/> Noche <input type="text"/> Total <input type="text"/>
					Número total en la vivienda
					Mañana <input type="text"/> Noche <input type="text"/> Total <input type="text"/>
MUNICIPAL	GUBERNAMENTAL	RECREACIONAL	EDIFICIO VIVIENDA	EDICIO OFICINAS	Número Total por Institución
					Mañana <input type="text"/> Noche <input type="text"/> Total <input type="text"/>
					Número total por oficina
					Mañana <input type="text"/> Noche <input type="text"/> Total <input type="text"/>
OTRO USO (INDICAR)			Número total por Industria		
					Mañana <input type="text"/> Noche <input type="text"/> Total <input type="text"/>
2. SERVICIO DE AGUA POTABLE					
2.1. UNIDADES SANITARIAS (toda la vivienda o del departamento)				2.2. MEDIDOR	
INODORO	LAVAMANOS	BIDET	DUCHA	GRIFO	Diámetro de la acometida(pulg)
					1/2 <input type="text"/> 3/4 <input type="text"/> 1 <input type="text"/>
					Tipo de velocidad
					CHORRO: UNICO <input type="text"/> MULTIPLE <input type="text"/>
LAVAPLATOS	LAVADORA	TANQUE DE LAVADO	PISCINA	HIDROMASAJE	Número de medidor
					<input type="text"/>
					Marca:
					<input type="text"/>
OTRA UNIDAD (INDICAR)				Condición del medidor	
					Regular <input type="text"/> Bueno <input type="text"/> Exce <input type="text"/>
2.3. RESERVA				2.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	
Tanque elevado	Número		Volúmen total (m3)	COSTO INSTITUCIONAL POR M3	FUGAS VISIBLES
					SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>
Tanque cisterna	Número		Volúmen total (m3)	COSTO DE PAGO MENSUAL	PERDIDAS VISIBLES
					SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>
Almacenamiento total (comercio/industria/instituciones)			Volúmen total (m3)	VOLUMEN PROMEDIO CONSUMIDO	USO INDAECUADO
					SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>
2. NIVEL DE SERVICIO					
DOTACIÓN DE AGUA	PERMANENTE		ESPORADICO	LA PRESIÓN DEL AGUA	ALTA <input type="text"/> NORMAL <input type="text"/> BAJA <input type="text"/>
CANTIDAD DE AGUA	SUFICIENTE		INSUFICIENTE	ABASTECE A TODA LA VIVIENDA	COMPLETA <input type="text"/> MENOS DE MITAD <input type="text"/> MÁS DE MITAD <input type="text"/>
CALIDAD DE AGUA	EXCELENTE		BUENA	PROBLEMAS INTRADOMICILIAR	TUBERIA <input type="text"/> ACCESORIOS <input type="text"/> ACOPLÉS <input type="text"/>
	REGULAR		MALA	PROBLEMAS EXTRADOMICILIAR	ACOMETIDA <input type="text"/> LAVE DE PASO <input type="text"/> TUBERIA <input type="text"/>

a

b

c

Realizado por: Centro de Investigación del Recurso Agua de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

4.2.2. Medición diaria de los volúmenes de agua potable por medidor.

El proceso de medición de volúmenes de agua potable del sector Atahualpa I se efectuó en un período de 60 días en una muestra de 100 viviendas seleccionadas de manera aleatoria, el intervalo de tiempo en el que se realizó el levantamiento de información fue desde las 07:00 hasta las 11:00 de la mañana, la recolección de datos se lo realizó mediante el recorrido diario del sector y el registro fotográfico de los medidores durante los 60 días, esta información se encuentra sustentada en un anexo fotográfico, el mismo que puede ser constatado en el CD que se entregó junto con el trabajo de investigación impreso. El registro de información se lo realizó utilizando el siguiente formato.

Tabla 8: Formato utilizado para las mediciones diarias.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “ CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO”				
PERÍODO DE MEDICIÓN		MAYO-JULIO 2018		
SECTOR DE ESTUDIO:		ATAHUALPA II		
REALIZADO POR:		J.SEGOVIA		
FECHA DE LECTURA		07/05/2018		HOJA N° 1
VALOR DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR UNIDAD HABITACIONAL				
NÚMERO MEDIDOR	COORDENADAS		VALOR REGISTRADO (m ³)	CÓDIGO DE FOTO
	E	N		
1	766952.03	9864358.75	32.0879	M#0018RA1001F07.05.2018

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Tabla 8**, que antecede se muestra los datos que fueron llenados diariamente, en el encabezado se detalla el nombre del proyecto de investigación seguido del período de medición, el sector donde se realizó el levantamiento de información, el nombre del investigador y la fecha de lectura. Además, en las columnas consiguientes se procedió a llenar el número de medidor, las coordenadas de la vivienda (Este, Norte) mediante la utilización del software GIS, el valor de consumo de agua potable registrado diariamente en m³ (metros cúbicos) y el código de la fotografía, se otorgó un código característico a cada foto para diferenciarlas por número de medidor, sector y día.

4.2.2.1 Descripción del equipo de medición de caudales

Dentro de los sectores de estudio se pudo constatar que La Empresa de Agua Potable y alcantarillado de la ciudad de Ambato "EMAPA" cuenta con diferentes marcas de medidores de caudal de velocidad de chorro único, los cuales se detallan a continuación.

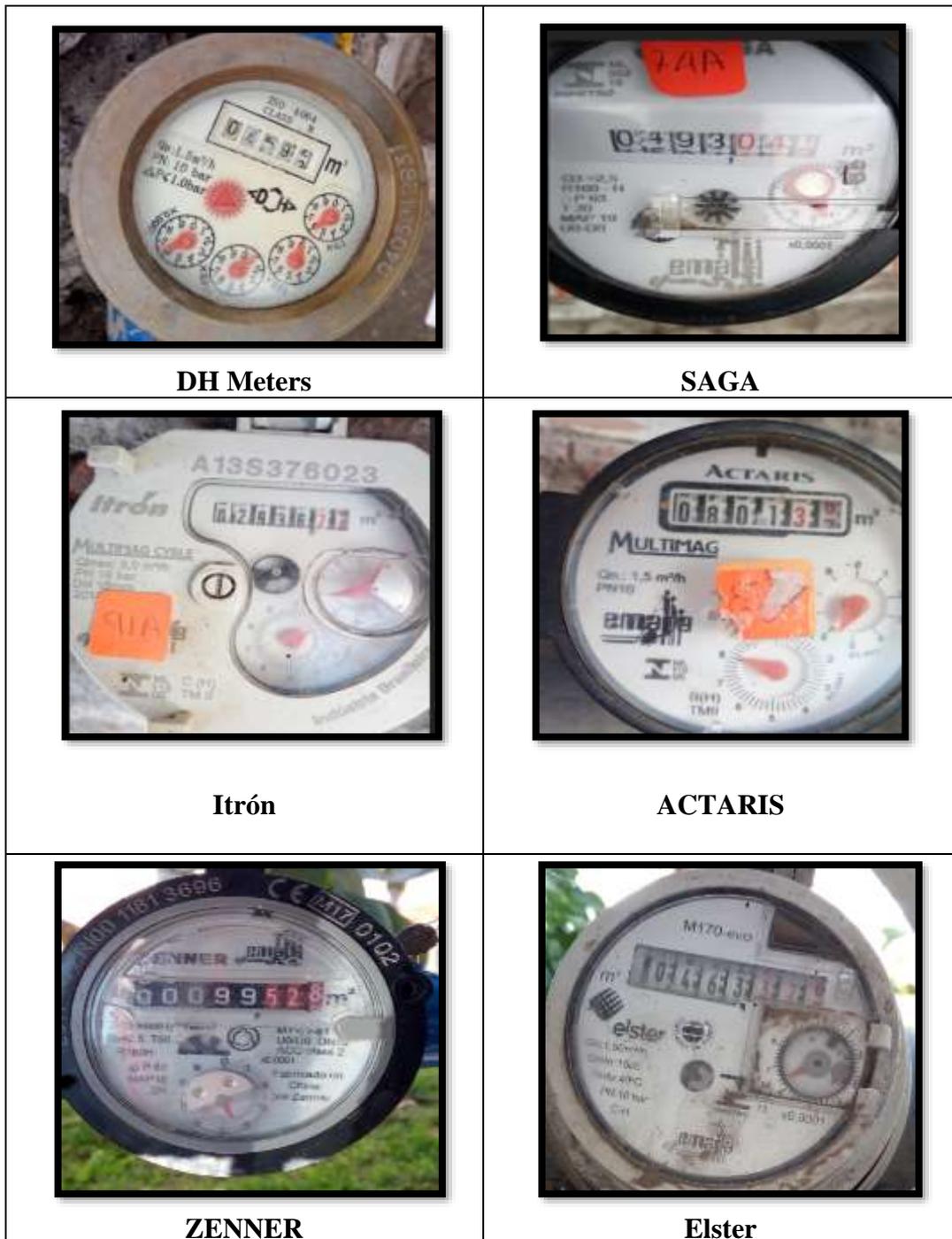


Figura 9: Marca de medidores más comunes en sector de estudio

Realizado por: Joaquín Segovia

Los medidores de velocidad miden el caudal que pasa a través del dispositivo, contabiliza las revoluciones de un rotor ubicado dentro del medidor, el número de vueltas del rotor va a depender de la velocidad con la que el agua fluye a través del medidor. A continuación, se detalla la manera correcta de cómo tomar la lectura del volumen de agua consumida en una vivienda de un medidor de velocidad.

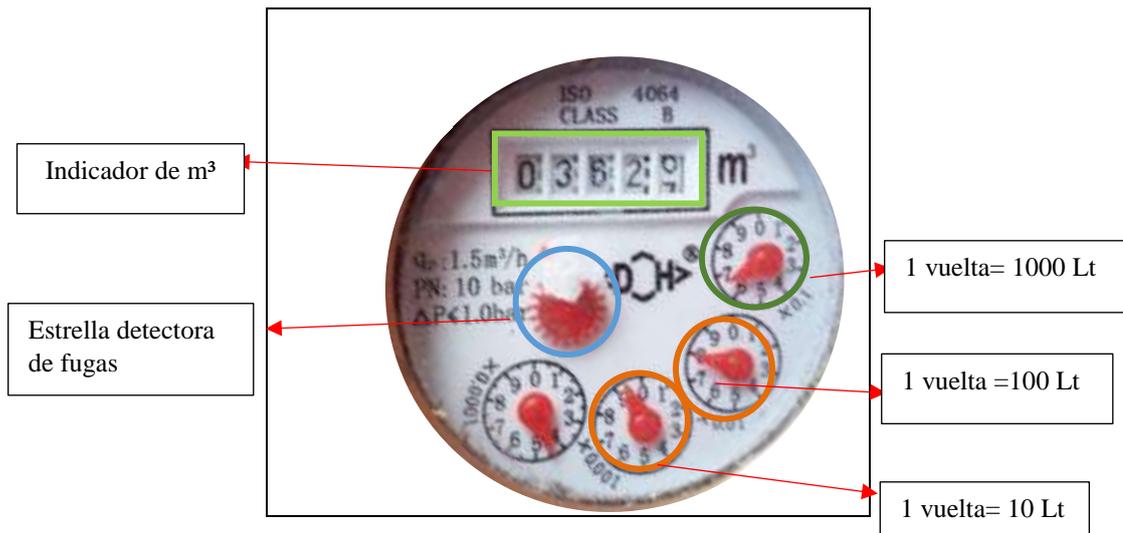


Figura 10:Cómo leer un micro medidor DH Meters

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Figura 10** que antecede, el visor del cuadrante muestra 3626. En este caso la lectura es de 3626 m³ (metros cúbicos) con 679 litros, cabe aclarar que 1 m³ equivale a 1000 litros.

4.2.3 Medición horaria de los volúmenes de agua potable por medidor.

La recolección de información acerca de los volúmenes horarios se realizó en un predio de la muestra que se encuentra dentro de la zona de estudio, las mediciones se realizaron en un período de 7 días las 24 horas, esto se realizó mediante la utilización de una cámara digital que se encontraba encendida las 24 horas del día realizando grabaciones cortas de 1 hora las mismas que eran guardadas en la tarjeta de memoria.

Mediante una aplicación en el celular se procedió a extraer diariamente toda la información para posteriormente tabularla, para seleccionar la vivienda donde se instaló la cámara se tomó en cuenta varios factores como: tipología y tipo de vivienda, número de consumidores por vivienda y número de unidades sanitarias, nivel de

seguridad de la vivienda para evitar que la cámara se pierda, además se tomó en cuenta que la vivienda presente consumos constantes de agua, el predio seleccionado fue la casa 71 de la muestra.

4.2.3.1 Equipo utilizado para la medición horaria de volúmenes de agua.

Como se explicó anteriormente la medición horaria de volúmenes de agua se realizó mediante la utilización de una cámara digital instalada las 24 horas los 7 días de la semana, a continuación, se detalla las partes del dispositivo utilizado.

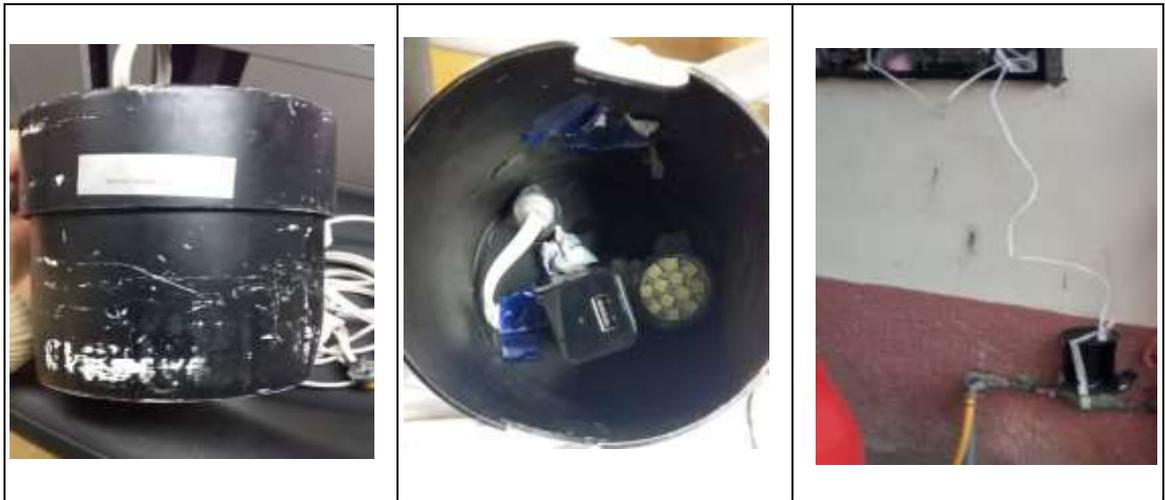


Figura 11:Equipo para la medición horaria de volúmenes de agua.

Realizado por: Joaquín Segovia

En la primera imagen se puede observar que la cámara se encontraba protegida con una tapa contra golpes y posibles filtraciones de agua, en la segunda imagen se puede apreciar las partes de la cámara que constó de: una cámara digital, luz LED (light-emitting diode o diodo emisor de luz) encendida las 24 horas del día, una entrada USB (Universal Serial Bus o Bus Universal en Serie) para poder extraer la información, y un cable eléctrico para proporcionar de energía al dispositivo, finalmente en la tercera imagen se muestra el dispositivo ya conectado y funcionando. Además, se construyó un empalme de caucho con el diámetro del medidor en la parte inferior y en la parte superior con el diámetro de la tapa, esto ayudo a fijar el dispositivo con el medidor.

Tabla 9: Registro de consumo horario en el sector Atahualpa I



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



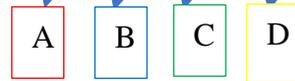
SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I
REALIZADO POR: J. SEGOVIA

PARROQUIA: RURAL

REGISTROS DE CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR DE ATAHUALPA I

SEMANA DEL 04 AL 10 JUNIO 2018

HORA	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO				DOMINGO			
	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO	LECTURA medidor	VOLUMEN m ³	VOLUMEN lt	CÓDIGO FOTO
000	02488.7762			C4.04.2018.00	02489.2774			C4.05.2018.00	02490.1968			C4.06.2018.00	02490.9898			C4.07.2018.00	02491.3751			C4.08.2018.00	02492.3133			C4.09.2018.00	02494.2370			C4.10.2018.00
200	02488.7762	0	0	C4.04.2018.02	02489.2774	0	0	C4.05.2018.02	02490.1968	0	0	C4.06.2018.02	02490.9942	0.0044	4.4	C4.07.2018.02	02491.3751	0	0	C4.08.2018.02	02492.3133	0	0	C4.09.2018.02	02494.2370	0	0	C4.10.2018.02
400	02488.7762	0	0	C4.04.2018.04	02489.2774	0	0	C4.05.2018.04	02490.1990	0.0022	2.2	C4.06.2018.04	02490.9942	0	0	C4.07.2018.04	02491.3751	0	0	C4.08.2018.04	02492.3296	0.0163	16.3	C4.09.2018.04	02494.2370	0	0	C4.10.2018.04
600	02488.7862	0.01	10	C4.04.2018.06	02489.2919	0.0145	14.5	C4.05.2018.06	02490.2041	0.0051	5.1	C4.06.2018.06	02491.0258	0.0316	31.6	C4.07.2018.06	02491.3751	0	0	C4.08.2018.06	02492.3335	0.0039	3.9	C4.09.2018.06	02494.2375	0.0005	0.5	C4.10.2018.06
800	02488.8696	0.0834	83.4	C4.04.2018.08	02489.6283	0.3364	336.4	C4.05.2018.08	02490.2659	0.0618	61.8	C4.06.2018.08	02491.0956	0.0698	69.8	C4.07.2018.08	02491.4892	0.1141	114.1	C4.08.2018.08	02492.4856	0.1521	152.1	C4.09.2018.08	02494.2895	0.052	52	C4.10.2018.08
1000	02489.1909	0.3213	321.3	C4.04.2018.10	02489.9921	0.3638	363.8	C4.05.2018.10	02490.4401	0.1742	174.2	C4.06.2018.10	02491.1381	0.0425	42.5	C4.07.2018.10	02491.7826	0.2934	293.4	C4.08.2018.10	02492.8855	0.3999	399.9	C4.09.2018.10	02494.3261	0.0366	36.6	C4.10.2018.10
1200	02489.1922	0.0013	1.3	C4.04.2018.12	02490.0125	0.0204	20.4	C4.05.2018.12	02490.7331	0.273	273	C4.06.2018.12	02491.1861	0.048	48	C4.07.2018.12	02491.9123	0.1297	129.7	C4.08.2018.12	02492.9201	0.0346	34.6	C4.09.2018.12	02494.3818	0.0557	55.7	C4.10.2018.12
1400	02489.2231	0.0309	30.9	C4.04.2018.14	02490.0125	0	0	C4.05.2018.14	02490.7458	0.0327	32.7	C4.06.2018.14	02491.2324	0.0463	46.3	C4.07.2018.14	02492.1743	0.262	262	C4.08.2018.14	02493.0854	0.1653	165.3	C4.09.2018.14	02494.4705	0.0887	88.7	C4.10.2018.14
1600	02489.2284	0.0053	5.3	C4.04.2018.16	02490.0125	0	0	C4.05.2018.16	02490.8241	0.0785	78.3	C4.06.2018.16	02491.2438	0.0114	11.4	C4.07.2018.16	02492.2886	0.1143	114.3	C4.08.2018.16	02493.6381	0.5527	552.7	C4.09.2018.16	02494.7399	0.2694	269.4	C4.10.2018.16
1800	02489.2293	0.0009	0.9	C4.04.2018.18	02490.0899	0.0774	77.4	C4.05.2018.18	02490.9022	0.0781	78.1	C4.06.2018.18	02491.2788	0.035	35	C4.07.2018.18	02492.2888	0.0002	0.2	C4.08.2018.18	02494.1960	0.5579	557.9	C4.09.2018.18	02494.7493	0.0094	9.4	C4.10.2018.18
2000	02489.2555	0.0262	26.2	C4.04.2018.20	02490.1391	0.0492	49.2	C4.05.2018.20	02490.9587	0.0665	66.5	C4.06.2018.20	02491.3750	0.0962	96.2	C4.07.2018.20	02492.2986	0.0098	9.8	C4.08.2018.20	02494.2325	0.0365	36.5	C4.09.2018.20	02494.7629	0.0136	13.6	C4.10.2018.20
2200	02489.2608	0.0053	5.3	C4.04.2018.22	02490.1968	0.0577	57.7	C4.05.2018.22	02490.9632	0.0645	64.5	C4.06.2018.22	02491.3751	0.0001	0.1	C4.07.2018.22	02492.3133	0.0147	14.7	C4.08.2018.22	02494.2370	0.0045	4.5	C4.09.2018.22	02494.8608	0.0979	97.9	C4.10.2018.22
000	02489.2774	0.0166	16.6	C4.04.2018.24	02490.1968	0	0	C4.05.2018.24	02490.9898	0.0266	26.6	C4.06.2018.24	02491.3751	0	0	C4.07.2018.24	02492.3133	0	0	C4.08.2018.24	02494.2370	0	0	C4.09.2018.24	02494.8611	0.0003	0.3	C4.10.2018.24



Realizado por: Joaquín Segovia

Donde:

A = Lectura del medidor

B= Volumen consumido en m³ (metros cúbicos)

C= Volumen consumido en litros

D=Código de la foto

En la **Tabla 9** de la página 41, se muestra el formato utilizado para registrar los consumos horarios durante los 7 días, en el encabezado se muestra el sector de estudio y el nombre del investigador, en las columnas se muestra información que denominaremos A, B, C, D donde:

A, representa la lectura del medidor obtenida del registro de los videos, los valores registrados se tomaron cada hora. **B**, representa el volumen consumido en m³ (metros cúbicos), que es la diferencia de consumos de una hora superior respecto a una hora inferior. **C**, representa el volumen consumido en litros, es la diferencia de consumos de una hora superior respecto a una hora inferior **D**, representa el código asignado a cada imagen como evidencia fotográfica, este código se caracteriza por la fecha y la hora del consumo registrado. Cabe recalcar que el registro fotográfico se adjuntó en un CD con el trabajo de investigación impreso.

4.2.4. Medición de la presión del agua potable.

La medición de la presión se realizó durante un período de 7 días comprendidos desde el lunes hasta el domingo, el equipo utilizado fue un manómetro (instrumento que sirve para medir la presión de los fluidos) de 200 psi, esta información se anotó en el formato que se presenta a continuación.

Tabla 10 : Formato utilizado para el registro de la variación de la presión




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I PARROQUIA: RURAL
REALIZADO POR: J. SEGOVIA

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR ATAHUALPA I

N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		ESTE X	NORTE Y
1	75.00	74.00	70.00	70.00	75.00	73.00	76.00	73.29	766952.030	9864358.754
2	80.00	85.00	80.00	83.00	78.00	80.00	85.00	81.57	766838.985	9864462.365

Realizado por: Joaquín Segovia

A

B

C

Donde:

A, representa el valor de la presión medido diariamente, este procedimiento se realizó durante los 7 días a las 100 viviendas de la muestra.

B, es el promedio de las presiones registradas durante los 7 días.

C, representa la ubicación del predio en coordenadas Este y Norte.

4.2.4.1 Equipo de medición de presiones.

El equipo de medición que se utilizó fue un manómetro de 200 psi (lb/in²), el dispositivo constó de un manómetro conectado en el extremo de una manguera de ½ in (pulgada) y en el otro extremo de la manguera un acople de ½ in ajustado con una abrazadera para evitar fugas, el equipo se ajustaba a la llave de paso la misma que se abría y dejaba pasar e agua, la presión del agua giraba la pluma del monómetro y registraba el valor correspondiente.



Figura 12: Manómetro para medir presiones

Realizado por: Joaquín Segovia

En la primera imagen se muestra el manómetro de 200 psi (lb/in²), se utilizó de esta denominación ya que en el sector Atahualpa I se registraron presiones de hasta 115 psi, en la segunda imagen se muestra las partes del dispositivo que constó de: nanómetro, manguera de ½ in, acople de ½ in, una abrazadera, en la tercera imagen se muestra al dispositivo conectado a la llave de paso registrando la lectura de presión.

4.3 Interpretación de resultados

4.3.1 Resultados obtenidos de las encuestas

Para el presente estudio se realizó un total de 100 encuestas en el sector Atahualpa 1, donde se pudo recolectar información como, tipología y tipo de vivienda, número de usuarios por vivienda, número de aparatos sanitarios, caudal consumido, dotación y presión del agua, información que fue de mucha ayuda para cumplir con los objetivos del proyecto.

Se analizó la tipología y tipo de vivienda cuyo factor se encuentra directamente relacionado con el aspecto socio económico del sector y por ende influye en los hábitos de consumo de los habitantes, de igual manera se analizó el número de usuarios por vivienda debido a que este valor se utilizó para determinar el consumo per cápita característico del sector.

Se analizó el número de unidades sanitarias debido a que el funcionamiento de cada aparato influye en la cantidad de agua que consume en cada vivienda, también se analizó los problemas relacionados con el funcionamiento de tuberías y hábitos de consumo como son; fugas visibles, pérdidas visibles y uso inadecuado el agua, debido a que estos factores incrementan el consumo de agua de una vivienda.

4.3.1.1. Tipología de vivienda del sector

En el sector Atahualpa I existen diferentes tipologías de vivienda que están directamente relacionados con el nivel socio – económico de los habitantes; las cuales han sido denominadas mediante las siguientes letras: A, B, C, D.

Donde la tipología A corresponden a viviendas con un nivel socio- económico muy bueno, la tipología B a viviendas con un nivel socio-económico bueno, la tipología C a viviendas con un nivel socio-económico regular y las viviendas de tipología D a viviendas con un nivel socio-económico bajo.

En la siguiente tabla se detalla el resumen de los valores tabulados con el total de viviendas encuestadas con el porcentaje correspondiente a cada tipología.

Tabla 11 : Tipología de la vivienda sector Atahualpa I

TIPOLOGÍA DE VIVIENDA		
TIPOLOGÍA	NÚMERO DE VIVIENDAS	PORCENTAGE
A	0	0%
B	80	80%
C	18	18%
D	2	2%
TOTAL	100	100%

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Tabla 11** que antecede, se observa que de las 100 encuestas realizadas 80 viviendas corresponden a viviendas tipo B, 18 viviendas tipo C y 2 tipo D. En el siguiente gráfico se detalla el porcentaje que le corresponde a cada tipología.



Figura 13:Tipología de vivienda del sector Atahualpa I.

Realizado por: Joaquín Segovia

Como se puede observar en la **Figura 13**, la tipología de vivienda con mayor número de encuestas corresponde al tipo B, con el 80% del total de las viviendas para este sector, para nuestro estudio este tipo de tipología será la más representativa.

4.3.1.2 Tipo de vivienda del sector

Dentro del sector de estudio se pudo determinar tres tipos de viviendas; residencia unifamiliares y residencias bifamiliares y comercios.

Tabla 12 : Tipo de vivienda del sector Atahualpa I.

TIPO DE VIVIENDA		
VIVIENDA	CANTIDAD	PORCENTAJE
RESIDENCIA UNIFAMILIAR	82	82%
RESIDENCIA BIFAMILIAR	16	16%
COMERCIO	2	2%
TOTAL	100	100%

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Tabla 12** que antecede, se muestra el resultado de los valores obtenidos, en la primera columna se muestra los tipos de viviendas características del sector de estudio, en las siguientes columnas se representa la cantidad y porcentaje a cada tipo de vivienda.

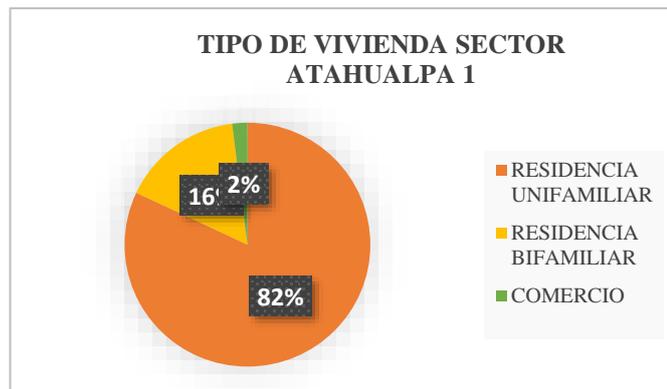


Figura 14: Tipo de vivienda del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

Del total de la muestra se obtuvo que 82 viviendas son residencias unifamiliares lo que representa el 82%, 16 viviendas son residencias bifamiliares lo que representa el 16% y 2 viviendas son comercios lo que representa el 2% del total de la muestra, esto quiere decir que el comportamiento típico de consumo del sector se ve reflejado en las residencias unifamiliares.

4.3.1.3 Número de consumidores por vivienda

Uno de los factores más relevantes para el desarrollo de este proyecto fue el número de consumidores por vivienda ya que este factor está directamente relacionado con la

demanda de agua potable de cada vivienda para el sector en estudio, además si tomamos el valor de consumo diario promedio y dividimos para el número de consumidores, obtenemos el valor del consumo per cápita característico del sector.

Tabla 13: Número de consumidores por vivienda sector Atahualpa I.

NÚMERO DE CONSUMIDORES POR VIVIENDA SECTOR ATAHUALPA I	
MÁXIMO	9.00
MÍNIMO	2.00
PROMEDIO	4.44

Realizado por: Joaquín Segovia

De las encuestas realizadas se obtuvo un valor máximo de 9 consumidores en las viviendas de la muestra, un mínimo de 2 consumidor por vivienda y un promedio de 4.44 consumidores por vivienda.

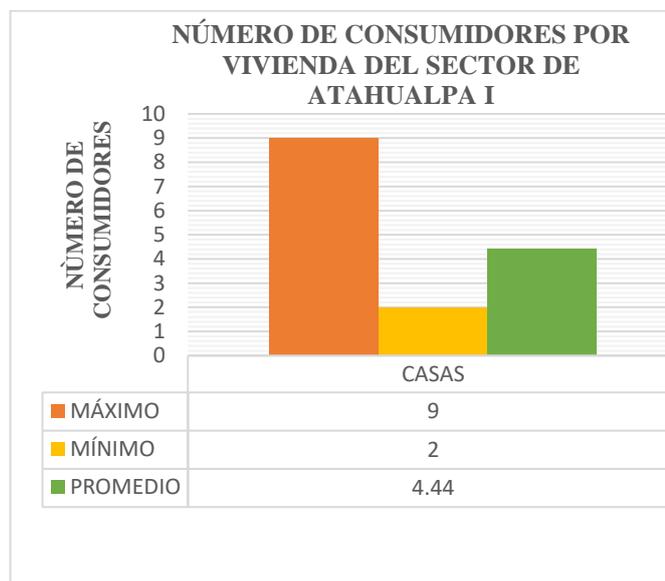


Figura 15: Número de consumidores por vivienda

Realizado por: Joaquín Segovia.

4.3.1.4 Número de unidades sanitarias por vivienda.

El número de unidades sanitarias funcionando de manera simultánea permite conocer el caudal que se está consumiendo en una vivienda, mientras mayor sea el número de unidades sanitarias existentes en una vivienda mayor será el consumo, mediante el

registro y tabulación de los datos obtenidos de la muestra se determinó el número máximo, mínimo y el promedio total de las unidades sanitarias.

En la **Tabla 14**, se presenta el resumen de valores obtenidos de la tabulación de las encuestas, donde se detalla el número máximo, mínimo y promedio de unidades sanitarias dentro de las viviendas de la muestra.

Tabla 14: Número de unidades sanitarias

NÚMERO DE UNIDADES SANITARIAS	
MÁXIMO	18
MÍNIMO	7
PROMEDIO	12

Realizado por: Joaquín Segovia.

De las encuestas realizadas se obtuvo que existe en número máximo de 18 unidades sanitarias, un número mínimo de 7 unidades sanitarias y un promedio de 12 unidades sanitarias presentes dentro de las viviendas de la muestra seleccionada.

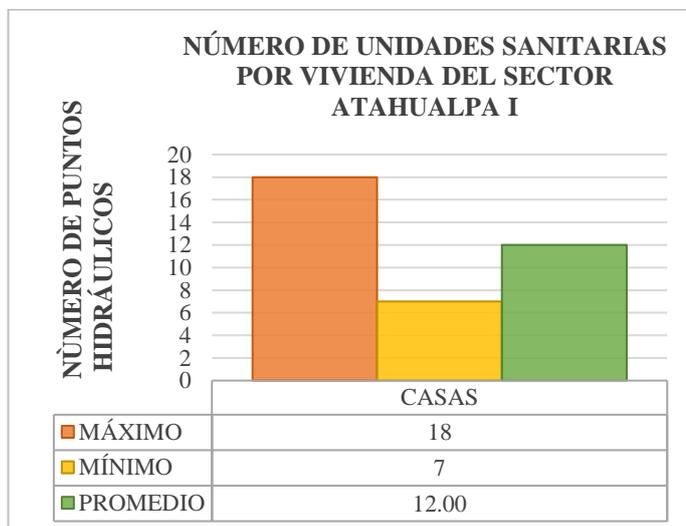


Figura 16: Número de unidades sanitarias por vivienda del sector.

Realizado por: Joaquín Segovia.

En la **Figura 17** que antecede, se detalla los valores promedios por cada unidad sanitaria.

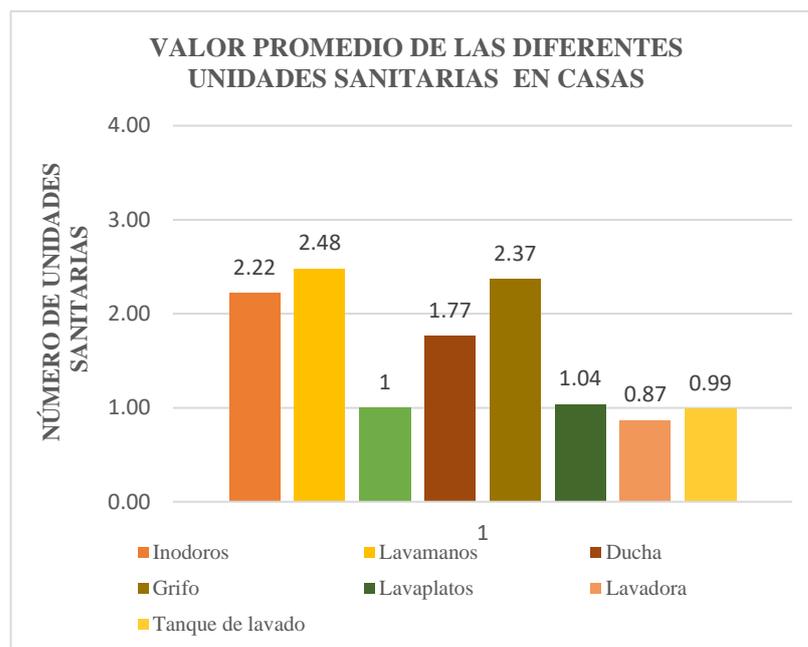


Figura 17: Promedio de unidades sanitarias.

Realizado por: Joaquín Segovia

Tabulado el total de la muestra se determinó que existe en promedio 2.22 inodoros, 2.48 lavamanos, 1.77 duchas, 2.37 grifos, 1.04 lavaplatos, 0.87 lavadoras y 0.99 tanques de lavado.

Tabla 15: Promedio de unidades sanitarias.

UNIDADES SANITARIAS	VALOR PROMEDIO	VALOR ASUMIDO
	CASAS	CASAS
Inodoros	2.22	2
Lavamanos	2.48	2
Ducha	1.77	2
Grifo	2.37	2
Lavaplatos	1.04	1
Lavadora	0.87	1
Tanque de lavado	0.99	1
TOTAL:		12

Realizado por: Joaquín Segovia.

Al analizar la tabla de valores promedios para los diferentes tipos de unidades sanitarias podemos asumir que una vivienda tipo casa en el sector Atahualpa I está conformada comúnmente por 2 inodoros, 2 lavamanos, 2 duchas, 2 grifos, 1 lavaplatos, 1 lavadora y 1 tanque de lavado con un total de 12 unidades sanitarias por casa, estos

valores dependen especialmente del número de usuarios, de la tipología de la casa y del nivel socio económico de los dueños del predio.

4.3.1.5 Identificación de problemas.

Identificar los problemas existentes permite determinar cómo se está desperdiciando el agua en una vivienda ya sea por pérdidas, fugas en tuberías y accesorios y uso inadecuado, este es un factor importante a considerarse ya que puede influir directamente en el consumo de agua de una vivienda.

Tabla 16: Identificación de problemas de uso de agua potable.

IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS			
	FUGAS VISIBLES	PÉRDIDAS VISIBLES	USO INADECUADO
SI	28	50	65
NO	72	50	35

Realizado por: Joaquín Segovia.

Del total de la muestra se ha determinado que 28 viviendas presentan fugas visibles esto es debido a daños en tuberías y acometidas, 50 viviendas presentan pérdidas visibles esto es debido a llaves abiertas o daños y fisuras en los tanques de agua y 65 viviendas utiliza el agua de forma inadecuada, esto es debido a que es utilizada para regar jardines, cultivos y también para lavar automóviles.

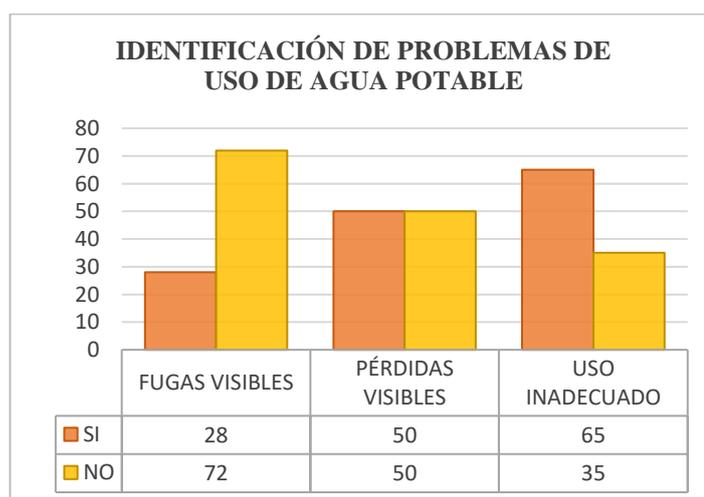


Figura 18: Identificación de problemas en el uso de agua potable del sector

Realizado por: Joaquín Segovia

4.3.1.6 Dotación del agua

En la **Tabla 17**, se muestra el resumen de resultados referentes a la dotación del agua, en 87 viviendas el servicio de agua es permanente y en 13 viviendas el servicio de agua es esporádico.

Tabla 17: Dotación del agua potable

DOTACIÓN DE AGUA	
PERMANENTE	87
ESPORÁDICO	13

Realizado por: Joaquín Segovia

Del total de la muestra tomada en el sector Atahualpa I se determinó que en el 87 % de las residencias la dotación del agua es permanente y en un 13% la dotación es esporádica, esto puede ser debido a que en ocasiones se realizan cortes de agua para realizar trabajos de mantenimiento en las tuberías y demás instalaciones.



Figura 19: Dotación de agua potable en el sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia.

4.3.1.7 Presión del agua

En la **Tabla 18**, se muestra el resumen de resultados referentes a la presión del agua, en 59 viviendas la presión del agua es alta, en 39 viviendas la presión del agua es normal y en 2 viviendas la presión del agua es baja.

Tabla 18: Presión del agua potable.

PRESIÓN DE AGUA	
ALTA	59
NORMAL	39
BAJA	2

Realizado por: Joaquín Segovia

Se determinó que en el 59 % de las residencias la presión del agua es alta, en el 39% de las residencias la presión del agua es normal y en el 2% de las residencias la presión del agua es baja. Cabe aclarar que se determinó estos parámetros únicamente con la apreciación de los usuarios de cada vivienda encuestada, para estos porcentajes no se utilizó ningún equipo de medición de presiones.

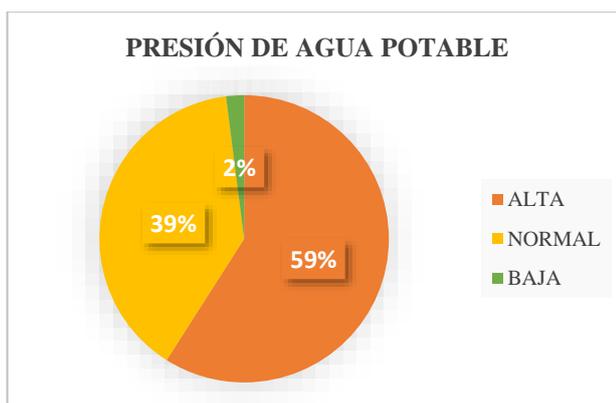


Figura 20: Presión de agua potable del sector Atahualpa I.

Realizado por: Joaquín Segovia

Para encontrar el valor real de la presión con la que el agua llega a las viviendas se utilizó como equipo de medición un manómetro de 200 psi, donde se determinó un rango de presiones que van desde los 35 psi hasta los 115 psi.

4.3.2 Análisis de información de caudales

Se realizó la medición de los volúmenes de consumo en cada uno de los predios seleccionados, como se explicó en la metodología del capítulo 3 los datos recolectados sobre los caudales serán tabulados y analizados por sector, es decir se analizará los datos obtenidos de la parroquia Atahualpa I.

La recolección de información con sus sustentos fotográficos fue realizada en un período de 60 días, los mismos que fueron tabulados y ordenados en una tabla general denominada Valores de consumo diario por medidor, del cual se obtiene la curva del consumo promedio por vivienda.

Al obtener de las encuestas el número de consumidores por cada residencia y con la información del promedio de caudales diarios consumidos durante 60 días se determinó el valor del consumo per cápita diario característico del sector de estudio, con el cual se pudo desarrollar los valores promediales de consumo por medidor ; en base a esta información determinar los valores de consumo máximo para varios períodos de retorno con ello realizar la curva de persistencia de consumo típico para el sector.

Se seleccionó una vivienda típica del sector de estudio en la cual se realizó el registro de consumos horarios durante 7 días, esta información se utilizó para desarrollar las curvas de variación de consumo horario por día y con el porcentaje de consumos determinar la curva de consumo per cápita horaria que representará a todo el sector en estudio.

Además de obtener el volumen de agua consumida se procedió a la medición de las presiones con las que el agua llega a cada uno de los predios, la variación de las mismas será representada a través de curvas de nivel mediante un software especializado GIS (Sistema de información Geográfica). El proceso de levantamiento de información se realizó durante 7 días.

Mediante la utilización de un GIS se representará la delimitación del área del sector en estudio, así como la ubicación de cada medidor con un código característico, también, se representará el consumo per cápita diario de cada medidor, finalmente se entregará un mapa digital de cada sector con una base de datos que podrá ser utilizada en un futuro para en el diseño y rediseño hidráulico de redes de agua potable.

4.3.2.1 Consumo diario por medidor (m³)

Para obtener el consumo diario por medidor se realizó el registro de los volúmenes consumidos durante 60 días, se obtuvo la diferencia de consumos de un día respecto al siguiente día y en función de los datos tabulados se obtuvo los siguientes parámetros:

- a.-El promedio de los consumos de cada medidor durante el período de medición en el sector Atahualpa I.
- b.-Valores de consumo máximos de cada medidor durante el tiempo de levantamiento de información.
- c.-Valores de consumo mínimos de cada medidor durante el tiempo de levantamiento de información, cabe recalcar que para obtener este valor se obvio los días que no registraban consumo es decir los días con 0.000 m³.
- d.-El promedio de los consumos obtenido de las 144 viviendas de la muestra por cada día de medición.
- e.-El valor de consumo máximo obtenido de las 144 viviendas de la muestra por cada día.
- f.-Varianza del consumo de agua del sector.
- g.-Desviación estándar del consumo de agua del sector
- h.-Coeficiente de variación (Cv) del sector
- i.-Mediana del consumo del sector
- j.- Cuartiles I, II, III del consumo de cada sector.
- k.- Rango entre valores extremos
- l.- RIC del consumo del sector
- m.- Número total de consumidores

A continuación, se muestra la **Tabla 19 a** de la página 55, donde se muestra el consumo general obtenido de cada medidor de las 144 viviendas de la parroquia Atahualpa durante los 60 días de medición, además se presenta la tabla que contiene todos los parámetros anteriormente detallados.

Tabla 24: Valores promediales de consumo de agua del sector Atahualpa 1

IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL
	m3/d		m3/d		m3/d		m3/d		m3/d
1	0.44	36	0.15	71	0.84	106	1.31	141	1.40
2	0.61	37	0.46	72	0.50	107	0.18	142	3.19
3	0.95	38	0.40	73	0.23	108	0.08	143	0.58
4	1.36	39	0.45	74	0.46	109	0.68	144	0.73
5	0.54	40	1.03	75	0.31	110	0.65		
6	1.26	41	0.88	76	0.35	111	0.39	DATOS DEL SECTOR	
7	0.54	42	1.17	77	0.42	112	0.78		
8	0.57	43	0.96	78	1.34	113	0.15	MEDIANA	0.54
9	1.54	44	0.66	79	0.90	114	0.83	MEDIA	0.78
10	0.50	45	0.11	80	0.47	115	0.54		
11	0.68	46	0.19	81	0.68	116	1.13		
12	0.99	47	0.51	82	0.75	117	1.36		
13	0.48	48	0.91	83	0.83	118	0.64		
14	0.89	49	0.55	84	0.70	119	0.79		
15	0.41	50	1.69	85	0.92	120	0.49		
16	0.55	51	0.48	86	0.85	121	0.60		
17	0.25	52	0.21	87	0.42	122	2.26		
18	1.30	53	0.72	88	0.90	123	0.94		
19	1.04	54	0.46	89	0.42	124	1.22		
20	0.28	55	0.29	90	0.09	125	0.44		
21	0.51	56	0.64	91	0.72	126	0.58		
22	0.54	57	0.56	92	0.55	127	1.22		
23	0.66	58	0.40	93	0.23	128	0.72		
24	0.82	59	0.71	94	2.57	129	0.69		
25	0.66	60	0.12	95	0.99	130	0.70		
26	1.33	61	0.12	96	0.74	131	0.34		
27	1.04	62	1.90	97	1.21	132	0.78		
28	1.06	63	1.38	98	0.51	133	1.26		
29	0.55	64	0.28	99	1.19	134	0.78		
30	0.81	65	0.58	100	0.97	135	0.38		
31	1.04	66	0.73	101	1.16	136	0.57		
32	0.98	67	1.63	102	0.64	137	0.81		
33	0.41	68	1.72	103	1.63	138	0.46		
34	0.40	69	0.91	104	0.42	139	1.30		
35	1.80	70	1.35	105	0.85	140	0.59		

Realizado por: Joaquín Segovia

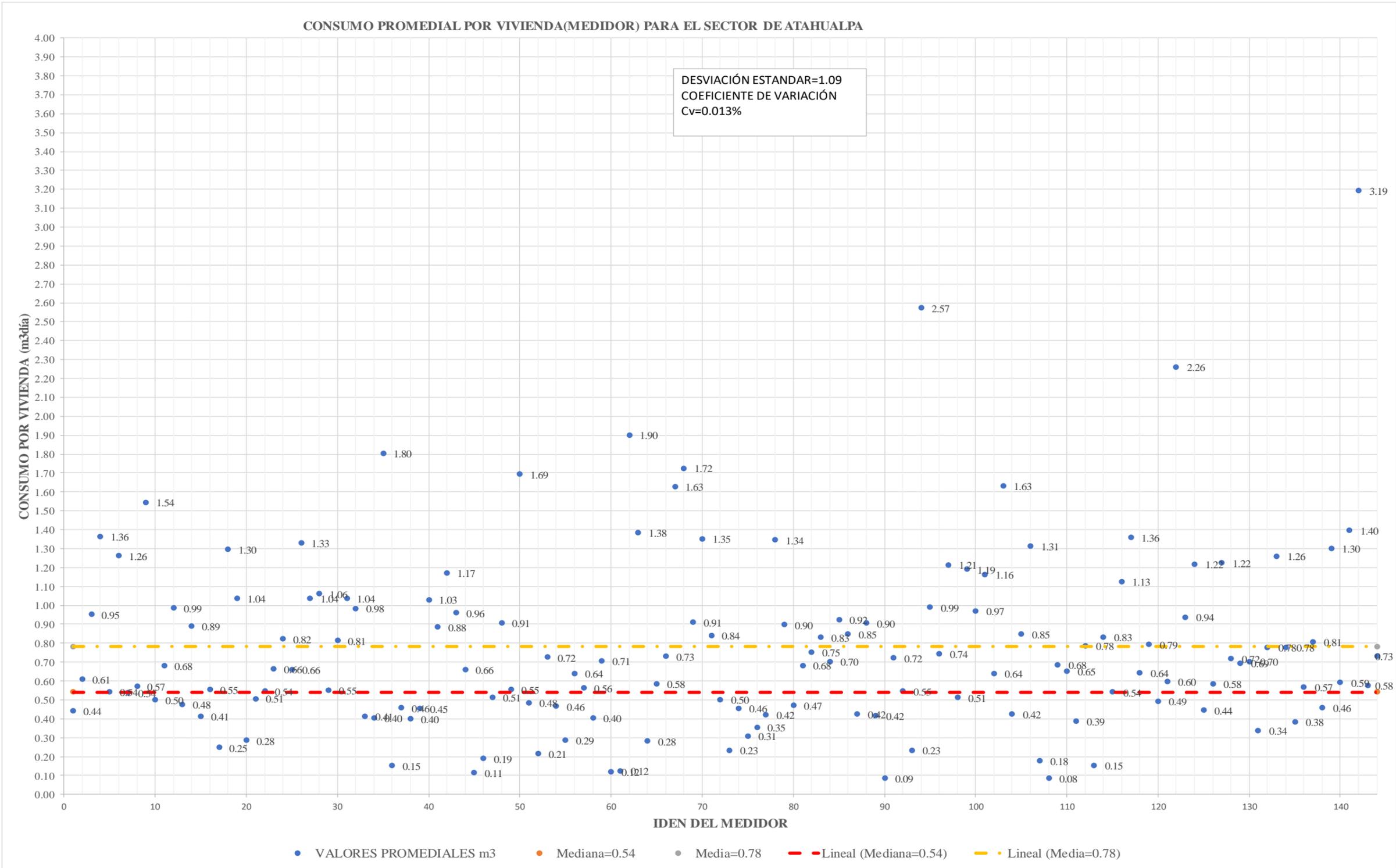


Figura 21: Consumo promedial por vivienda

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación:

De la **Tabla 19 e**, de la página 59 se determinó que el valor de consumo máximo registrado durante los 60 días fue de 24.83 m³, como se puede apreciar este es un valor elevado y se produjo debido a que en la vivienda donde se registró este consumo los dueños utilizaban esporádicamente el agua para riego de sus cultivos esto es debido a que el sector es una zona rural y todavía los moradores presentan hábitos relacionados con la agricultura.

En la Parroquia Atahualpa se obtuvo los siguientes resultados estadísticos que se detalla a continuación:

- a.-La mediana es igual a 0.54 m³
- b.-La media es igual a 0.78 m³
- c.-La desviación estándar es igual a 1.09 m³.
- d.-Coeficiente de variación 13%

En la **Tabla 20**, de la página 60 se detalla los valores promediales de consumo de cada medidor durante los 60 días, además se detalla el valor de la media de 0.78 m³/día, y el de la mediana 0.54 m³/día.

Al analizar la **Figura 21**, de la página 61 referente al Consumo Promedial por vivienda, se puede determinar que el valor que represente el consumo diario por medidor del sector Atahualpa es de 0.54 m³ valor perteneciente a la mediana, debido a que este valor se ajusta a la realidad del consumo del sector y también tomando en cuenta que el coeficiente de variación es muy alto con un valor del 13%, si consideramos que el valor permisible es del 10%.

4.3.2.2 Consumo Semanal

La semana típica de consumo se obtuvo a partir de los datos de medición de volumen de agua consumidos por las residencias consideradas en nuestra muestra en un período 60 días, la semana típica de consumo es el resultado de obtener el promedio de consumos registrados en toda la muestra del sector por cada día de la semana. El consumo per cápita característico del sector se obtuvo dividiendo el consumo promedio de toda la semana de cada vivienda para el número de consumidores presentes en dicha vivienda.

A continuación, se muestra la **Tabla 21** los valores de consumo promedio obtenidos para cada día de la semana en (m³/día), así como los valores de consumo promedio de toda la muestra por cada día (semana típica, m³/día), además se muestra el número de consumidores por cada vivienda y el consumo promedio en un día (m³), finalmente se muestra el valor de consumo per cápita característico del sector (m³/hab/día)

Tabla 25: Semana típica de consumo para el sector Atahualpa 1

VALOR PERCÁPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DE ATAHUALPA I										
N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m ³)	Consumo Per - cápita (m ³ /hab/día)
1	2	0.428	0.347	0.578	0.400	0.313	0.544	0.411	0.43	0.22
2	3	0.381	0.562	0.821	0.522	0.472	0.969	0.581	0.62	0.21
3	5	0.587	1.118	1.073	1.156	0.944	1.099	0.675	0.95	0.19
4	6	0.988	1.269	1.600	1.156	1.364	1.667	1.623	1.38	0.23
5	4	0.653	0.569	0.457	0.741	0.555	0.401	0.514	0.56	0.14
6	6	0.642	1.546	1.873	1.546	1.476	1.357	0.579	1.29	0.21
7	4	0.441	0.369	0.522	0.857	0.389	0.499	0.511	0.51	0.13
8	4	0.796	0.336	0.568	0.428	0.321	0.816	0.578	0.55	0.14
9	6	4.781	0.797	0.687	1.309	0.684	0.665	2.040	1.57	0.26
10	3	0.357	0.650	0.396	0.830	0.555	0.563	0.247	0.51	0.17
11	3	0.811	0.739	0.940	0.767	0.578	0.382	0.535	0.68	0.23
12	6	0.897	1.101	1.350	0.893	1.081	1.072	1.132	1.08	0.18
13	4	0.513	0.497	0.445	0.410	0.491	0.471	0.570	0.49	0.12
14	5	1.036	1.259	0.704	1.070	1.345	0.642	0.955	1.00	0.20
15	2	0.362	0.478	0.581	0.399	0.388	0.436	0.357	0.43	0.21
16	3	0.678	0.606	0.557	0.550	0.553	0.568	0.509	0.57	0.19
17	4	0.285	0.266	0.321	0.146	0.297	0.332	0.284	0.28	0.07
18	5	1.120	1.954	0.949	1.676	1.659	1.484	0.832	1.38	0.28
19	4	0.667	0.415	0.397	0.360	0.370	1.796	0.889	0.70	0.17
20	3	0.497	0.250	0.301	0.261	0.295	0.254	0.337	0.31	0.10
21	6	0.520	0.680	0.483	0.542	0.603	0.479	0.528	0.55	0.09
22	6	0.682	1.049	0.594	0.604	0.260	0.344	0.250	0.54	0.09
23	3	0.768	0.857	0.520	0.645	0.735	0.539	0.616	0.67	0.22
24	3	0.915	0.985	0.793	0.930	0.762	0.528	0.911	0.83	0.28
25	4	1.388	1.006	0.678	0.236	0.509	0.897	0.267	0.71	0.18
26	5	1.314	1.140	0.948	1.125	0.870	1.567	1.599	1.22	0.24

N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m3)	Consumo Per - cápita (m3/hab/día)
27	4	2.320	0.535	0.607	0.549	0.651	1.017	1.511	1.03	0.26
28	4	0.901	0.778	0.863	0.829	0.636	1.193	1.802	1.00	0.25
29	2	0.474	0.769	0.494	0.819	0.694	0.521	0.424	0.60	0.30
30	4	1.063	0.701	0.881	0.820	0.651	0.819	0.907	0.83	0.21
31	4	0.793	1.070	0.433	0.508	1.103	1.515	1.941	1.05	0.26
32	6	0.966	0.754	0.777	0.781	0.665	1.562	1.226	0.96	0.16
33	4	0.404	0.370	0.364	0.335	0.348	0.792	0.397	0.43	0.11
34	3	0.254	0.381	0.417	0.564	0.327	0.223	0.491	0.38	0.13
35	7	1.439	2.299	1.359	1.313	1.786	3.440	1.432	1.87	0.27
36	3	0.281	0.128	0.151	0.123	0.126	0.164	0.138	0.16	0.05
37	4	0.356	0.255	0.352	1.042	0.253	0.403	0.291	0.42	0.11
38	3	0.274	0.372	0.462	0.392	0.261	0.471	0.254	0.36	0.12
39	4	0.481	0.384	0.489	0.406	0.368	0.696	0.300	0.45	0.11
40	6	0.756	1.166	0.913	0.992	0.958	1.332	0.791	0.99	0.16
41	4	1.168	0.538	0.695	0.886	0.434	1.084	1.098	0.84	0.21
42	4	0.935	1.402	0.972	1.050	0.811	1.329	1.243	1.11	0.28
43	6	0.580	0.503	1.320	0.922	0.571	0.702	1.454	0.86	0.14
44	3	0.249	0.582	1.062	0.870	0.534	0.639	0.753	0.67	0.22
45	2	0.070	0.112	0.230	0.075	0.052	0.103	0.197	0.12	0.06
46	4	0.302	0.256	0.180	0.098	0.330	0.077	0.239	0.21	0.05
47	4	0.533	0.629	0.728	0.567	0.514	0.231	0.644	0.55	0.14
48	8	0.613	0.494	0.973	0.923	0.519	1.068	1.206	0.83	0.10
49	4	0.380	0.415	0.644	0.495	0.415	0.666	0.432	0.49	0.12
50	8	1.930	1.873	1.327	1.426	1.403	1.736	2.255	1.71	0.21
51	6	0.486	0.658	0.386	0.477	0.698	0.340	0.619	0.52	0.09
52	4	0.219	0.114	0.239	0.249	0.126	0.086	0.443	0.21	0.05
53	6	1.324	0.449	0.424	0.597	0.494	0.698	1.176	0.74	0.12
54	4	0.369	0.475	0.432	0.289	0.336	0.301	0.568	0.40	0.10
55	4	0.365	0.223	0.247	0.276	0.212	0.296	0.289	0.27	0.07
56	6	0.538	1.006	0.423	0.589	1.053	0.674	0.377	0.67	0.11
57	4	0.342	0.500	0.599	0.495	0.377	0.645	0.621	0.51	0.13
58	4	0.241	0.505	0.450	0.487	0.505	0.463	0.143	0.40	0.10
59	3	0.583	0.462	0.977	0.573	0.544	0.859	1.068	0.72	0.24
60	2	0.139	0.086	0.099	0.098	0.081	0.120	0.233	0.12	0.06
61	2	0.140	0.159	0.186	0.175	0.091	0.076	0.040	0.12	0.06
62	8	3.028	2.149	1.351	1.603	1.798	2.051	1.523	1.93	0.24
63	6	1.796	1.356	1.025	1.388	1.077	1.012	1.852	1.36	0.23
64	4	0.195	0.310	0.427	0.423	0.269	0.149	0.292	0.30	0.07
65	4	0.512	0.647	0.616	0.689	0.568	0.741	0.506	0.61	0.15
66	4	0.552	0.942	0.939	0.557	0.774	0.951	0.703	0.77	0.19
67	6	1.456	1.176	2.138	1.536	1.299	2.516	1.525	1.66	0.28
68	6	1.513	1.791	1.202	2.036	1.696	1.552	1.580	1.62	0.27
69	4	0.896	0.858	0.619	0.724	0.832	1.131	1.008	0.87	0.22
70	5	0.908	1.319	0.831	1.238	0.980	2.037	1.408	1.25	0.25
71	6	0.637	0.519	0.606	0.684	0.508	1.175	1.102	0.75	0.12
72	4	0.397	0.302	0.735	1.018	0.229	0.409	0.376	0.50	0.12
73	4	0.277	0.194	0.213	0.329	0.218	0.217	0.216	0.24	0.06
74	4	0.520	0.662	0.461	0.383	0.591	0.328	0.541	0.50	0.12
75	5	0.353	0.236	0.261	0.367	0.246	0.398	0.260	0.30	0.06
76	3	0.312	0.278	0.464	0.412	0.252	0.359	0.251	0.33	0.11
77	4	0.264	0.316	0.445	0.484	0.280	0.437	0.352	0.37	0.09
78	6	0.495	1.298	1.644	1.386	1.366	1.269	1.902	1.34	0.22
79	4	1.014	1.139	1.263	0.997	0.980	0.554	0.702	0.95	0.24
80	3	0.202	0.416	1.412	0.499	0.397	0.200	0.365	0.50	0.17

N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m ³)	Consumo Per - cápita (m ³ /hab/día)
81	3	0.656	0.616	0.823	0.925	0.531	0.674	0.669	0.70	0.23
82	6	0.769	0.776	0.788	0.873	0.662	0.788	0.543	0.74	0.12
83	3	0.961	0.545	0.492	0.687	0.514	0.570	2.179	0.85	0.28
84	6	0.627	0.414	0.476	0.633	0.324	0.734	1.478	0.67	0.11
85	4	1.319	1.004	0.736	0.910	0.979	1.139	0.956	1.01	0.25
86	6	0.794	0.743	0.723	0.755	0.647	1.263	0.894	0.83	0.14
87	6	0.264	0.607	0.409	0.504	0.647	0.406	0.469	0.47	0.08
88	5	0.674	1.586	1.177	0.776	1.315	0.787	0.673	1.00	0.20
89	4	0.474	0.392	0.327	0.430	0.304	0.532	0.505	0.42	0.11
90	2	0.060	0.052	0.109	0.198	0.045	0.074	0.046	0.08	0.04
91	4	0.250	0.953	0.830	1.155	0.735	0.698	0.289	0.70	0.18
92	6	0.417	0.746	0.584	0.560	0.725	0.573	0.559	0.59	0.10
93	3	0.361	0.218	0.254	0.371	0.154	0.158	0.099	0.23	0.08
94	9	3.113	2.121	2.147	2.766	2.051	3.006	2.447	2.52	0.28
95	4	0.822	1.018	0.472	0.950	0.747	1.272	1.563	0.98	0.24
96	6	0.779	0.694	0.726	0.828	0.588	0.799	0.692	0.73	0.12
97	5	0.744	0.704	1.123	1.058	1.497	2.380	1.243	1.25	0.25
98	4	0.592	0.484	0.605	0.547	0.393	0.539	0.448	0.52	0.13
99	5	1.202	1.135	1.333	1.101	1.052	1.421	1.414	1.24	0.25
100	4	0.436	0.882	1.652	1.012	0.900	0.786	2.60	1.18	0.30
	4.44	PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA			VALOR PROMEDIAL POR SECTOR			0.75	0.17	
CONSUMO PROMEDIO POR DIA		0.75	0.74	0.73	0.74	0.66	0.83	0.82	VALOR DE LA MEDIANA	0.16
		m ³ /día	m ³ /día	m ³ /día	m ³ /día	m ³ /día	m ³ /día	m ³ /día		m ³ /hab/día

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación:

De la **Tabla 21**, de la página 65 se pudo determinar que los consumos registrados para la semana típica fueron: para el día lunes se registró un consumo de 0.75 m³/día, el día martes 0.74 m³/día, el día miércoles 0.73 m³/día, el día jueves 0.74 m³/día, el día viernes 0.66 m³/día, el sábado 0.83 m³/día y el domingo 0.82 m³/día, el día sábado es el día de mayor consumo esto es debido a que por lo general ese día la familia permanece en el hogar realizando actividades como lavado de ropa, lavado de autos, riego de jardines, cocinar alimentos, entre otros.

4.3.2.3 Consumo Per cápita (Lts/hab/día)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I

PARROQUIA: RURAL

REALIZADO POR: J. SEGOVIA

VARIACIÓN DEL CONSUMO PER CÁPITA DIARIO DURANTE LA SEMANA POR SECTOR DE ATAHUALPA I

Nº Medidor	Consumo Per - cápita (m3/hab/día)	Nº Medidor	Consumo Per - cápita (m3/hab/día)	Nº Medidor	Consumo Per - cápita (m3/hab/día)
1	0.22	36	0.05	71	0.12
2	0.21	37	0.11	72	0.12
3	0.19	38	0.12	73	0.06
4	0.23	39	0.11	74	0.12
5	0.14	40	0.16	75	0.06
6	0.21	41	0.21	76	0.11
7	0.13	42	0.28	77	0.09
8	0.14	43	0.14	78	0.22
9	0.26	44	0.22	79	0.24
10	0.17	45	0.06	80	0.17
11	0.23	46	0.05	81	0.23
12	0.18	47	0.14	82	0.12
13	0.12	48	0.10	83	0.28
14	0.20	49	0.12	84	0.11
15	0.21	50	0.21	85	0.25
16	0.19	51	0.09	86	0.14
17	0.07	52	0.05	87	0.08
18	0.28	53	0.12	88	0.20
19	0.17	54	0.10	89	0.11
20	0.10	55	0.07	90	0.04
21	0.09	56	0.11	91	0.18
22	0.09	57	0.13	92	0.10
23	0.22	58	0.10	93	0.08
24	0.28	59	0.24	94	0.28
25	0.18	60	0.06	95	0.24
26	0.24	61	0.06	96	0.12
27	0.26	62	0.24	97	0.25
28	0.25	63	0.23	98	0.13
29	0.30	64	0.07	99	0.25
30	0.21	65	0.15	100	0.30
31	0.26	66	0.19		
32	0.16	67	0.28		
33	0.11	68	0.27		
34	0.13	69	0.22		
35	0.27	70	0.25		

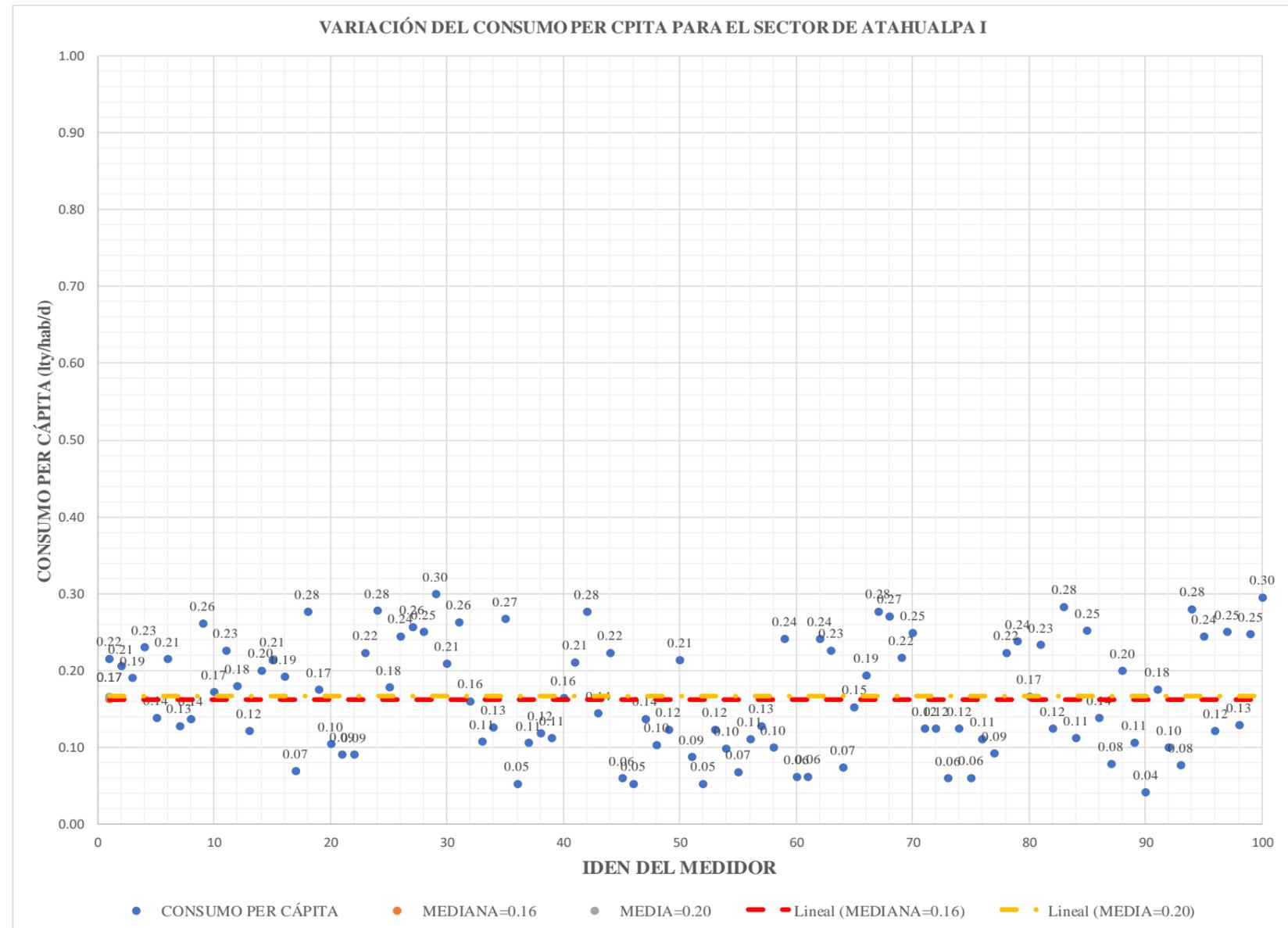


Figura 22: Variación del consumo per cápita para el sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación:

De la *Figura 22*, de la página 66 se puede concluir que el valor que representa el consumo per cápita característico para el sector Atahualpa 1 es el de la mediana es decir un consumo de 0.16 m³/habitante/día, estos valores se ajusta a la realidad del consumo con relación directa al tamaño de la población, el consumo per cápita característico del sector se encuentra por debajo del valor proporcionado por la Empresa Pública de alcantarillado y agua potable de la ciudad de Ambato (EP-EMAPA) que expone que un ambateño consume por día 0.26 m³/habitante/día, lo que demuestra que este valor es característico para cada zona de estudio ya que cada sector sea urbano o rural tendrá su propio comportamiento que dependerá de los hábitos de consumo de los habitantes de cada sector.

Los valores de consumo per cápita fueron representados a través del software GIS (Sistema de Información Geográfica) como curvas de variación de consumos. En la *Tabla 22*, se detalla los valores que se ingresaron en el programa cómo: código del medidor, coordenadas E(este), N(norte) y el consumo per cápita obtenido en el sector Atahualpa I.

Tabla 26: Consumo per cápita para representar en el GIS

CONSUMO PERCÁPITA DEL SECTOR DE ATAHUALPA I					
NÚMERO DE MEDICOR	CÓDIGO DEL MEDIDOR	X	Y	CONSUMO PER-CÁPITA (m³/hab/día)	CONSUMO PER-CÁPITA (Lt/hab/día)
1	18RAT1001	766952.030	9864358.754	0.22	216
2	18RAT1002	766838.985	9864462.365	0.21	205
3	18RAT1003	766728.248	9864557.758	0.19	190
4	18RAT1004	766695.186	9864579.804	0.23	230
5	18RAT1005	766675.033	9864610.053	0.14	139
6	18RAT1006	766686.290	9864620.230	0.21	215
7	18RAT1007	766806.348	9864737.170	0.13	128
8	18RAT1008	766836.014	9864765.534	0.14	137
9	18RAT1009	766868.863	9864801.257	0.26	261
10	18RAT1010	766959.913	9864812.742	0.17	171
11	18RAT1011	767012.283	9864777.469	0.23	226
12	18RAT1012	767048.255	9864754.829	0.18	179
13	18RAT1013	767077.521	9864483.203	0.12	121
14	18RAT1014	767079.155	9864461.514	0.20	200
15	18RAT1015	767078.146	9864443.114	0.21	214

NÚMERO DE MEDICOR	CÓDIGO DEL MEDIDOR	X	Y	CONSUMO PER-CÁPITA (m3/hab/día)	CONSUMO PER-CÁPITA (Lt/hab/día)
16	18RAT1016	767131.033	9864394.105	0.19	191
17	18RAT1017	767128.740	9864419.738	0.07	69
18	18RAT1018	767144.295	9864426.624	0.28	276
19	18RAT1019	767182.664	9864420.675	0.17	175
20	18RAT1020	767199.877	9864432.818	0.10	105
21	18RAT1021	767221.390	9864444.300	0.09	91
22	18RAT1022	767273.370	9864491.243	0.09	90
23	18RAT1023	767324.659	9864504.670	0.22	223
24	18RAT1024	767372.660	9864541.759	0.28	277
25	18RAT1025	767368.379	9864563.779	0.18	178
26	18RAT1026	767377.647	9864569.685	0.24	245
27	18RAT1027	767404.438	9864563.746	0.26	257
28	18RAT1028	767400.160	9864588.724	0.25	250
29	18RAT1029	767425.624	9864579.172	0.30	300
30	18RAT1030	767480.244	9864618.884	0.21	209
31	18RAT1031	767497.789	9864632.012	0.26	263
32	18RAT1032	767433.320	9864492.381	0.16	160
33	18RAT1033	767387.215	9864430.119	0.11	107
34	18RAT1034	767249.811	9864375.038	0.13	127
35	18RAT1035	767291.134	9864416.010	0.27	267
36	18RAT1036	766391.593	9865316.260	0.05	53
37	18RAT1037	766461.445	9865298.847	0.11	105
38	18RAT1038	766677.067	9865221.369	0.12	118
39	18RAT1039	766787.859	9865171.349	0.11	112
40	18RAT1040	766219.347	9865498.680	0.16	164
41	18RAT1041	766216.169	9865645.239	0.21	211
42	18RAT1042	766380.944	9865678.610	0.28	277
43	18RAT1043	766399.110	9865645.198	0.14	144
44	18RAT1044	766438.462	9865628.612	0.22	223
45	18RAT1045	766462.931	9865616.761	0.06	60
46	18RAT1046	766488.092	9865638.426	0.05	53
47	18RAT1047	766482.821	9865662.747	0.14	137
48	18RAT1048	766442.521	9865729.818	0.10	104
49	18RAT1049	766447.846	9865765.959	0.12	123
50	18RAT1050	766636.322	9865964.399	0.21	213
51	18RAT1051	766690.575	9865964.351	0.09	87
52	18RAT1052	766716.415	9866005.075	0.05	53
53	18RAT1053	766809.032	9866036.888	0.12	123
54	18RAT1054	766848.806	9866077.907	0.10	99
55	18RAT1055	766968.591	9866111.976	0.07	68
56	18RAT1056	767040.014	9866074.452	0.11	111
57	18RAT1057	767141.108	9865920.576	0.13	128
58	18RAT1058	767301.894	9865931.606	0.10	100
59	18RAT1059	767339.613	9865938.145	0.24	241
60	18RAT1060	767405.082	9865901.283	0.06	61
61	18RAT1061	767596.968	9865914.914	0.06	62
62	18RAT1062	767834.327	9865725.427	0.24	241
63	18RAT1063	767844.720	9865509.196	0.23	226
64	18RAT1064	767842.688	9865456.622	0.07	74
65	18RAT1065	767800.749	9865169.460	0.15	153
66	18RAT1066	767787.500	9865151.727	0.19	194
67	18RAT1067	767712.697	9865107.761	0.28	277
68	18RAT1068	767668.390	9865133.432	0.27	271
69	18RAT1069	767685.613	9865156.418	0.22	217
70	18RAT1070	767662.487	9865191.271	0.25	249

NÚMERO DE MEDICOR	CÓDIGO DEL MEDIDOR	X	Y	CONSUMO PER-CÁPITA (m3/hab/día)	CONSUMO PER-CÁPITA (Lt/hab/día)
71	18RAT1071	767630.779	9865247.162	0.12	125
72	18RAT1072	767654.789	9864915.408	0.12	124
73	18RAT1073	766848.533	9864433.204	0.06	59
74	18RAT1074	766780.710	9864490.312	0.12	125
75	18RAT1075	766698.207	9864559.781	0.06	61
76	18RAT1076	766614.458	9864568.409	0.11	111
77	18RAT1077	766576.671	9864559.474	0.09	92
78	18RAT1078	766529.814	9864529.500	0.22	223
79	18RAT1079	766477.893	9864494.302	0.24	237
80	18RAT1080	766460.933	9864468.818	0.17	166
81	18RAT1081	766420.924	9864453.508	0.23	233
82	18RAT1082	766376.945	9864450.888	0.12	124
83	18RAT1083	766627.916	9864622.045	0.28	283
84	18RAT1084	766608.877	9864624.805	0.11	112
85	18RAT1085	766575.732	9864642.193	0.25	252
86	18RAT1086	766557.509	9864670.017	0.14	139
87	18RAT1087	766539.827	9864666.247	0.08	79
88	18RAT1088	766504.304	9864707.015	0.20	200
89	18RAT1089	766434.285	9864748.172	0.11	106
90	18RAT1090	766422.899	9864741.216	0.04	42
91	18RAT1091	766292.414	9864823.704	0.18	175
92	18RAT1092	766138.513	9864740.435	0.10	99
93	18RAT1093	766239.185	9864860.252	0.08	77
94	18RAT1094	766208.235	9864893.755	0.28	280
95	18RAT1095	765888.840	9865100.502	0.24	244
96	18RAT1096	765810.535	9864971.921	0.12	122
97	18RAT1097	766555.622	9864767.076	0.25	250
98	18RAT1098	765917.395	9865069.234	0.13	129
99	18RAT1099	766061.041	9864675.246	0.25	247
100	18RAT1100	766537.724	9864728.842	0.30	295

Realizado por: Joaquín Segovia



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO

REALIZADO POR: SEGOVIA JOAQUÍN

PARROQUIA: ATAHUALPA

REPRESENTACIÓN DE LOS CONSUMOS PER CÁPITAS (ltrs/hab/día) DEL SECTOR ATAHUALPA

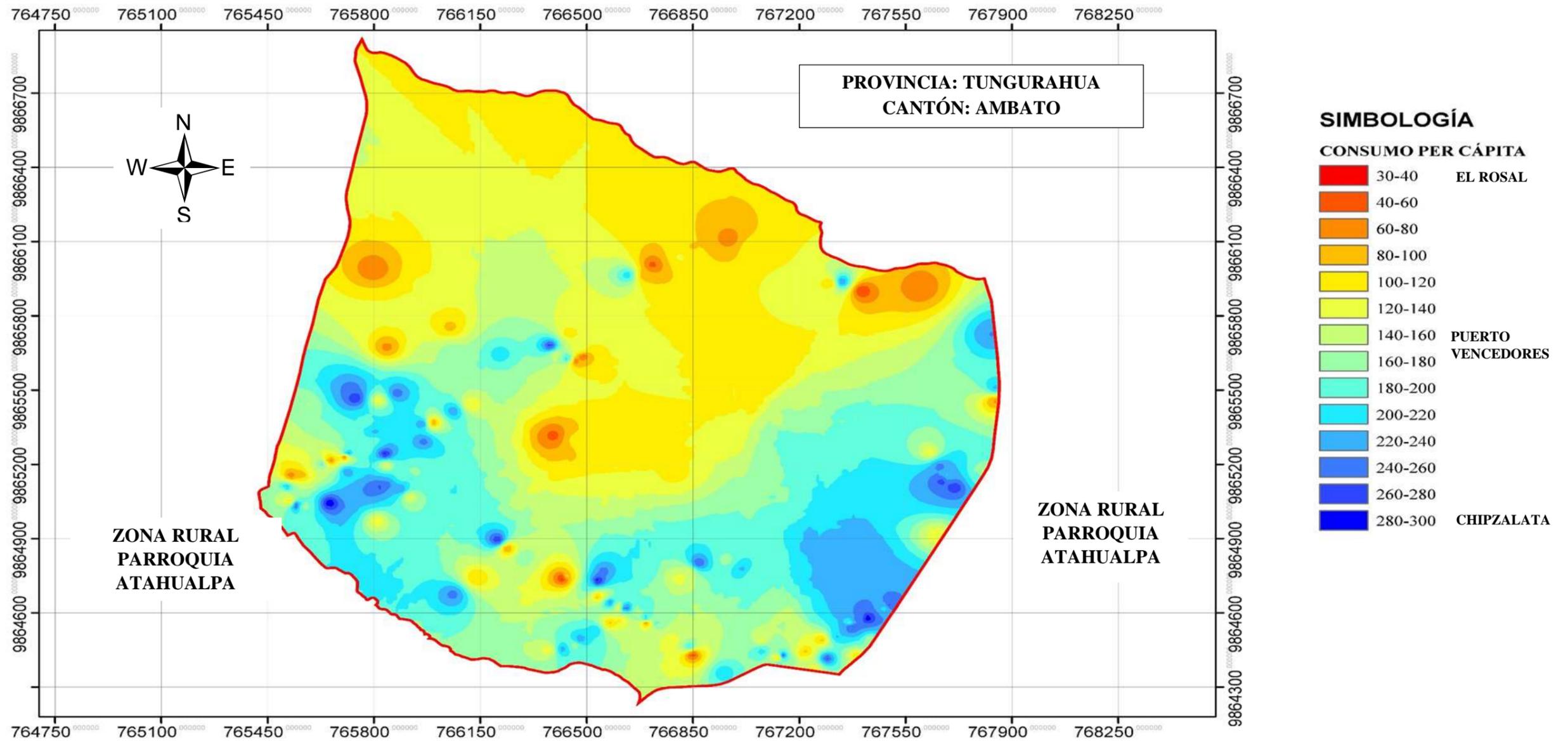


Figura 23: Consumo per cápita para el sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Figura 23**, de la página 70 se representa los valores de consumo Per cápita característicos del sector Atahualpa I mediante la utilización de un GIS (Sistema de Información Geográfica), los consumos obtenidos oscilan en valores entre los 30 litros/habitante/día hasta los 300 litros/habitantes/día, el color rojo representa los valores más bajos, mientras que los valores altos están representados por el color azul, los consumos máximos se registraron en las zonas pobladas del sector en estudio.

4.3.2.4. Curva de consumo horario semanal

Para realizar la curva de consumo horario semanal se utilizó los volúmenes consumidos por una vivienda tipo del sector de estudio durante una semana las 24 horas al día, para registrar los datos de consumo durante el día y la noche se utilizó una cámara de video instalada en el medidor durante los 7 días. A continuación, se muestra la tabla de consumo horario registrado en intervalos de tiempo de 3 horas durante las 24 horas.

Tabla 27: Consumo horario en el sector Atahualpa I

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: 04 AL 10 JUNIO DEL 2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
	lt	lt	lt	lt	lt	lt	lt		
0-3	0	0	2.2	4.4	0	16.3	0	3.3	3.0%
3-6	10	14.5	5.1	31.6	0	3.9	0.5	9.4	8.6%
6-9	357	667.7	104.3	95.7	163.2	538.1	80.6	286.7	263.8%
9-12	49	52.9	404.7	64.6	374	48.5	63.7	151.1	139.0%
12-15	33.6	0	59.4	57.7	274.5	639	282.7	192.4	177.1%
15-18	3.5	77.4	129.7	35	102	636.9	84.8	152.8	140.6%
18-21	31.4	55.2	61	96.2	10.1	36.5	62	50.3	46.3%
21-24	16.7	51.7	26.6	0.1	14.4	4.5	49.8	23.4	21.5%
TOTAL	501.2	919.4	793	385.3	938.2	1923.7	624.1	PROMEDIO MATRIZ	108.66
Promedio	62.65	114.93	99.12	48.16	117.27	240.46	78.01		
Máximo	357	667.7	404.7	96.2	374	639	282.7		
Mínimo	3.50	14.50	2.20	0.10	10.10	3.90	0.50		

Fuente: Joaquín Segovia

En la **Tabla 23**, que antecede se detalla los valores de consumo horarios por cada día registrados durante la semana, además se detalla el consumo total por cada día, el promedio de consumo por día y hora, el consumo máximo por día, el consumo mínimo por día y finalmente el consumo promedio de todos los días de la semana durante todas las horas de medición.



SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I
REALIZADO POR: J. SEGOVIA

PARROQUIA: RURAL

VARIACIÓN DEL CONSUMO POR CADA TRES HORAS Y POR DÍA EN EL SECTOR DE ATAHUALPA I

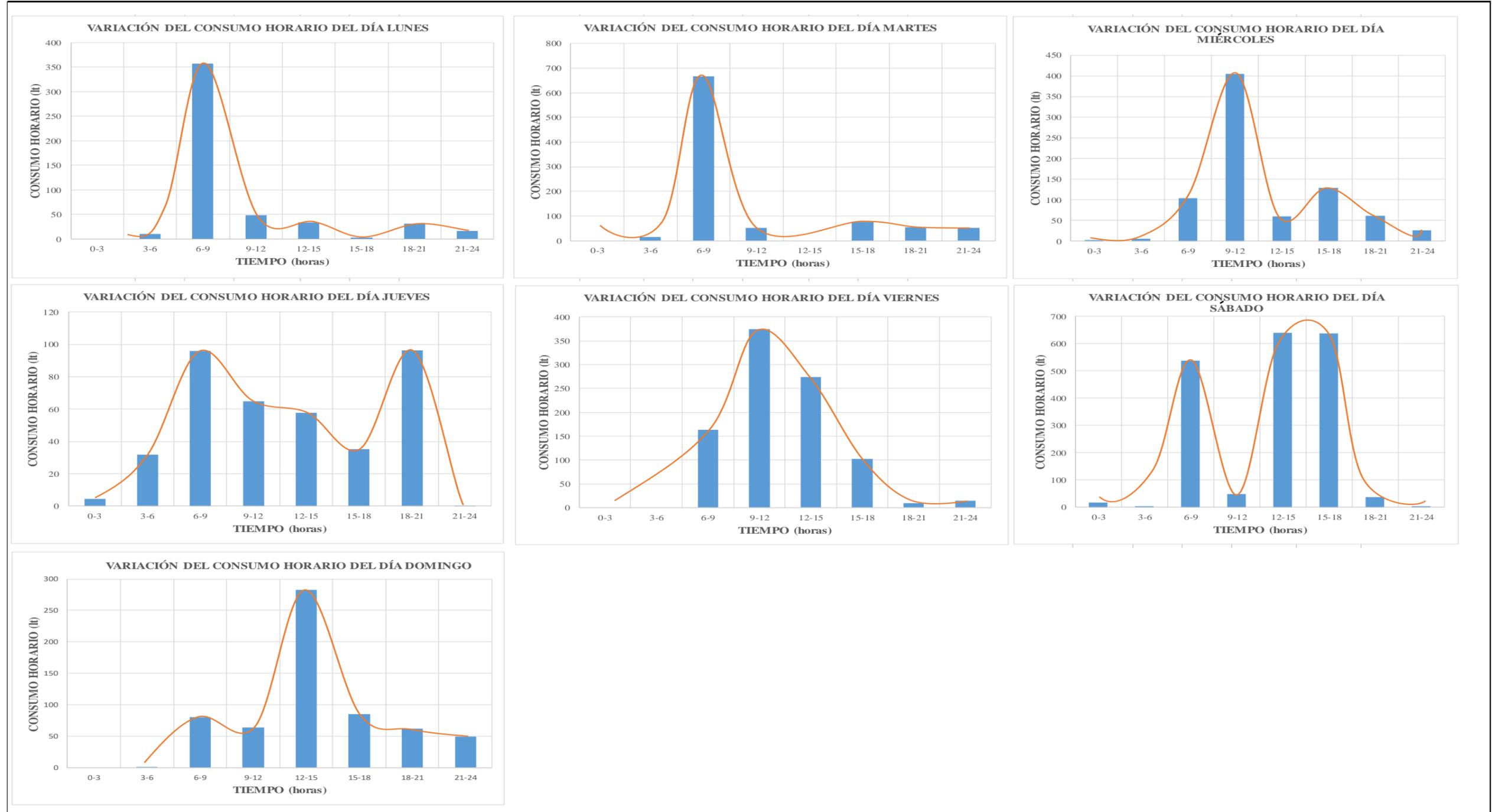


Figura 24: Variación de consumo horario por cada día del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación:

En la **Figura 24**, de la página 72 se representan los valores de consumo de agua diario por todos los días de la semana, mediante la tabulación y análisis de los valores de consumo registrados se determinó que el promedio de consumo diario de toda la semana para una vivienda tipo del sector Atahualpa I fue de 108.66 litros, a lo largo de las 24 horas se observa que se presentan diferentes variaciones de consumo formándose varios picos característicos de la mañana, tarde y noche.

El consumo máximo registrado durante la semana fue : el día Lunes fue de 357 Lt y se produjo desde las 06:00 am hasta las 09:00 am, el día Martes fue de 667.7 Lt y se produjo desde las 06:00 am hasta las 09:00 am, el día Miércoles fue de 404.7 Lt y se produjo desde las 09:00 am hasta las 12:00 am, el día Jueves fue de 96.2 Lt y se produjo desde las 18:00 pm hasta las 21:00 pm, el día Viernes fue de 374 Lt y se produjo desde las 09:00 am hasta las 21:00 am, el día Sábado fue de 639 Lt y se produjo desde las 12:00 am hasta las 15:00 pm, el día Domingo fue de 282.7 Lt y se produjo 12:00 am hasta las 15:00 pm.

Cabe aclarar que el análisis de datos y posterior representación gráfica de la variación de consumo horario se realizó en intervalos de tiempo de 3 horas, se tomó ese intervalo debido a que se ajusta a los valores esperados de consumo, estos valores están directamente relacionados con los hábitos de consumo, condición socio económica y el número de consumidores presentes en la vivienda.

4.3.2.5 Extrapolación de consumos medios diarios.

La extrapolación de consumos medios diarios ayuda a determinar la curva de persistencia la misma que permite proyectar el consumo de agua potable que tendrá el sector para diferentes períodos de retorno (2, 5, 10, 20 y 30 años), para la parroquia Atahualpa I se utilizó la base de datos de mediciones de caudales de agua recolectada durante un período de tiempo de 60 días. Para encontrar la proyección de las demandas de consumos medios diarios de agua potable para poblaciones futuras que tendrá cada sector, se utilizó dos métodos probabilísticos los cuales son el método de Gumbel y el método de Pearson III.

El método de Gumbel permitió representar estadísticamente los valores de consumos de agua máximos y mínimos que se generan en la parroquia Atahualpa. El método de Pearson III permitió calcular estadísticamente las frecuencias de los caudales máximos o promedios, con ayuda de estas herramientas podemos predecir de manera probabilística consumos futuros en los sectores analizados.

A continuación, se detalla la tabla con los valores promediales de consumo futuro por medidor obtenidos para el sector Atahualpa, donde se contrasta los valores obtenidos por los dos métodos anteriormente mencionados.

Tabla 28: Valores promediales de consumo por medidor

VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR (VIVIENDA) PARA EL SECTOR DE ATAHUALPA I

MÉTODO GUMBEL				MÉTODO PEARSON III				VALOR PROMEDIO m3/d	CONSUMO PER CÁPITA lt/sg
PERÍODO DE RETORNO	P	Yp%	CONSUMO FUTURO	PERÍODO	P	\emptyset	CONSUMO FUTURO		
	%		m3/d	RETORNO	%		m3/d		
2	50.000	0.36676	0.8	2	50.000	-0.07381	0.8	0.8	0.2
5	20.000	1.50039	0.9	5	20.000	0.81281	0.9	0.9	0.2
10	10.000	2.25096	1.0	10	10.000	1.31954	1.0	1.0	0.2
20	5.000	2.97091	1.1	20	5.000	1.69250	1.1	1.1	0.2
30	3.333	3.38509	1.2	30	3.333	1.99917	1.1	1.2	0.3

Fuente: Joaquín Segovia

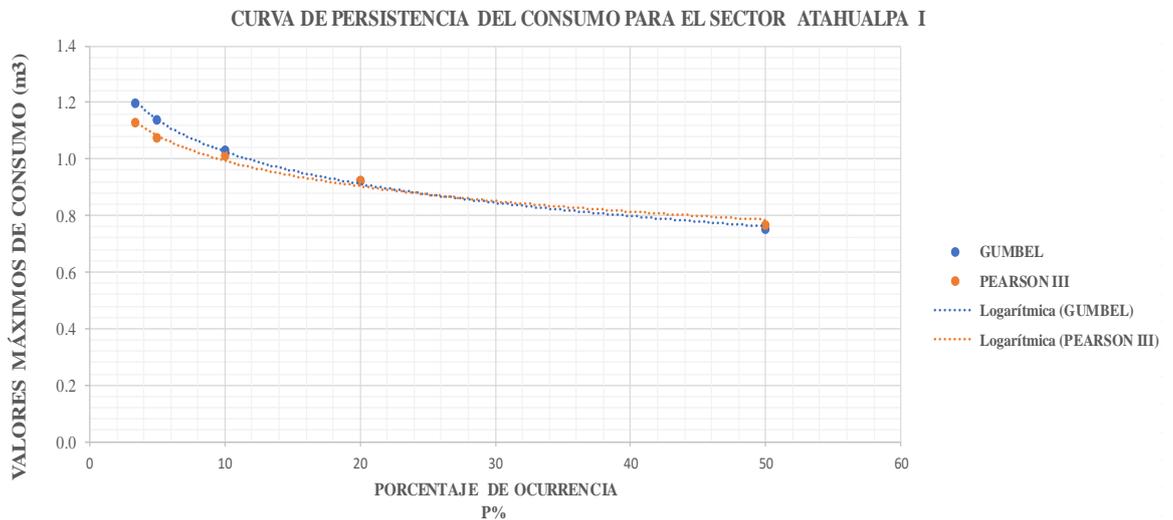


Figura 25: Curvas de persistencia del consumo para el sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación:

En la **Tabla 24**, de la página 74 se determinó los consumos futuros con el método de Gumbel y de Person III se utilizaron períodos de retorno de 2,5,10,20,30 años; para el período de retorno de 2 años el consumo futuro fue de 0.8 m³/día para los dos métodos, para 5 años el consumo futuro fue de 0.9 m³/día para los dos métodos, para 10 años el consumo futuro fue de 1.0 m³/día para los dos métodos, para 20 años el consumo futuro fue de 1.1 m³/día para los dos métodos, para el período de retorno de 30 años el consumo futuro fue de 1.2 m³/día utilizando el método de Gumbel y de 1.1 m³/día utilizando el método de Person III.

Como se puede apreciar en la **Figura 25** de la página 74, las tendencias de consumo son similares, pero se recomienda utilizar el método de Person III, debido a que este es más utilizado dentro de la carrera de Ingeniería Civil.

4.3.2.6 Patrones de consumo horario y diario.

Para determinar los patrones de consumo horario se utilizó los datos de consumo registrados las 24 horas durante 7 días, la gráfica representa el porcentaje de consumo horario en función de un intervalo de tiempo que para nuestro caso será de 2, 3 y 4 horas, el porcentaje de consumo se obtuvo de la relación entre el promedio de consumo por cada hora de cada día dividido para promedio de consumo total de los 7 días.

Para determinar el patrón de consumo diario se utilizó los datos de consumo registrados durante 60 días, representa el porcentaje de consumo diario que se producen durante un tiempo determinado, este valor es propio de cada sector y va a depender de varios factores relacionados con los hábitos de consumo de los habitantes de cada vivienda, el porcentaje de consumo se obtuvo del promedio de cada día de la semana.

a.- Patrones de consumo horario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I
 REALIZADO POR: J. SEGOVIA

PARROQUIA: RURAL

PATRÓN DE CONSUMO HORARIO CADA 2 HORAS EN EL SECTOR ATAHUALPA I

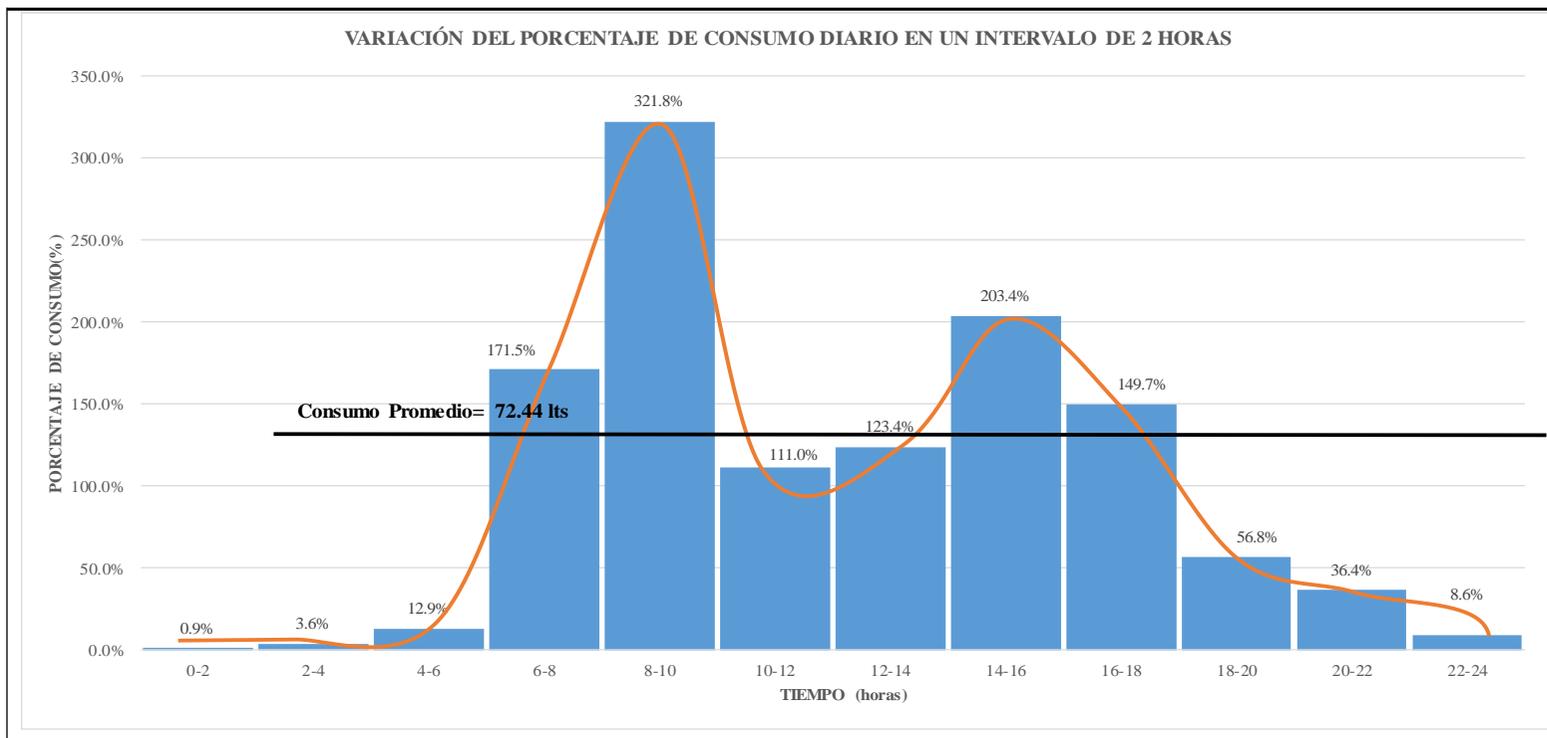


Figura 26: Patrón de consumo horario cada 2 horas del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia



SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I

PARROQUIA: RURAL

REALIZADO POR: J. SEGOVIA

PATRÓN DE CONSUMO HORARIO CADA 3 HORAS DEL SECTOR ATAHUALPA I

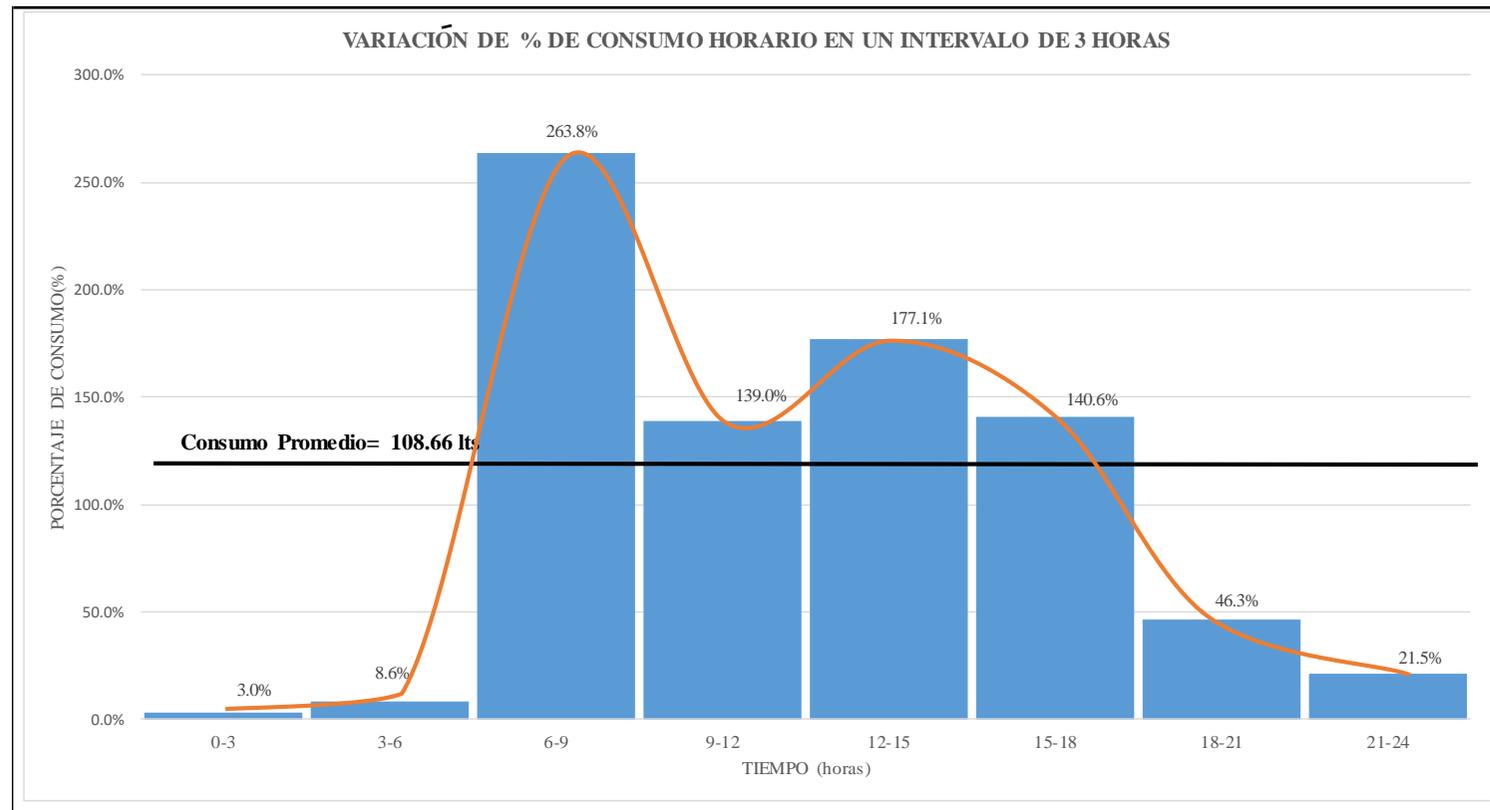


Figura 27: Patrón de consumo horario cada 3 horas del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia



SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I

PARROQUIA: RURAL

REALIZADO POR: J. SEGOVIA

PATRÓN DE CONSUMO HORARIO CADA 4 HORAS DEL SECTOR ATAHUALPA I

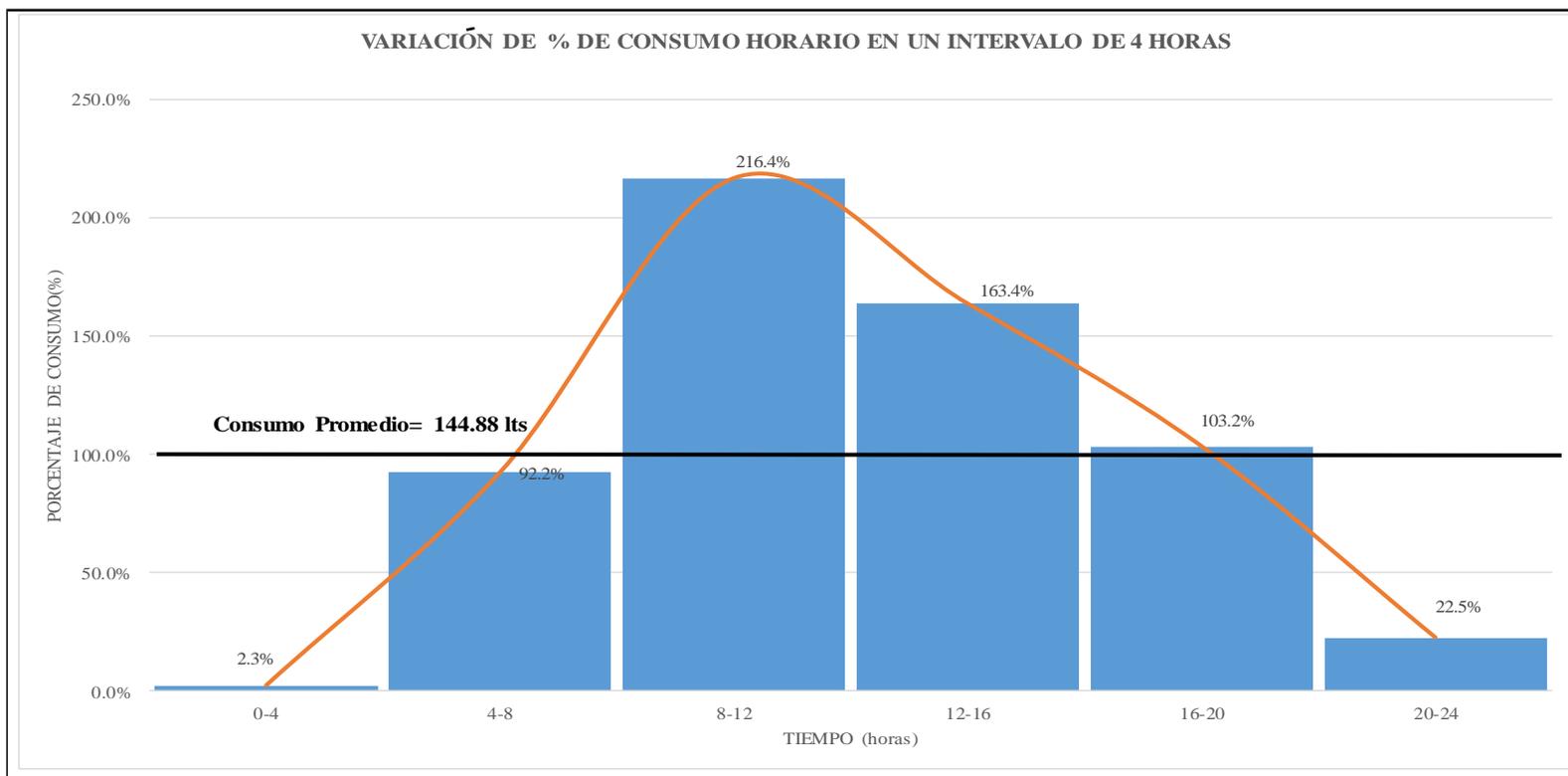


Figura 28: Patrón de consumo horario cada 4 horas del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación

Los patrones de consumo horarios del sector Atahualpa I fueron representados en tres gráficas, con intervalos de tiempo de 2, 3 y 4 horas, con finalidad de plasmar el tiempo donde se produce el menor y mayor consumo horario, se escogió el esquema que tiene un intervalo de tiempo de 3 horas, ya que la que la tendencia de consumo es más representativa que las demás.

En la **Figura 26** de la página 76, se evidencia la existencia de diferentes picos altos que corresponden a la mañana y tarde, el primero se encuentra entre las 8:00 am a las 10:00 am y representa un porcentaje de consumo de 321.8%, el segundo es desde las 14:00 pm a las 16:00 pm y representa un porcentaje de consumo de 203.4%. Además, se determinó que el intervalo de menor consumo fue desde las 0:00 am a las 4:00 am con un porcentaje de consumo de 3.6%.

En la **Figura 27** de la página 77, se evidencia la existencia de diferentes picos altos que corresponden a la mañana y tarde, el primero se encuentra entre las 6:00 am a las 9:00 am y representa un porcentaje de consumo de 216.4%, el segundo es desde las 12:00 am a las 16:00 y representa un porcentaje de consumo de 163.4%. Además, se determinó que el intervalo de menor consumo fue desde las 0:00 am a las 4:00 am con un porcentaje de consumo de 2.3%.

En la **Figura 28** de la página 78, se evidencia la existencia de diferentes picos altos que corresponden a la mañana y tarde, el primero se encuentra entre las 8:00 am a las 12:00 am y representa un porcentaje de consumo de 263.8%, el segundo es desde las 12:00 am a las 16:00 pm y representa un porcentaje de consumo de 177.1%. Además, se determinó que el intervalo de menor consumo fue desde las 0:00 am a las 3:00 am con un porcentaje de consumo de 3.03%.

En los esquemas mostrados también se determinó el consumo promedio para cada intervalo de tiempo, para intervalos de 2 horas, el consumo promedio fue 72.44 litros, para intervalos de 3 horas, el consumo promedio fue 108.66 litros y para intervalos de 4 horas, el consumo promedio fue de 144.88 litros. Los factores que influyen en la variación del consumo son consecuencia del nivel socio-económico de los habitantes de la vivienda, en el caso de la parroquia Atahualpa I el comportamiento demuestra

que tienen un vida diaria común relacionadas con las actividades hogareñas, trabajo y estudio, los picos más altos se producen en intervalos de tiempo donde toda la familia se encuentra en casa y los picos más bajos se producen cuando los habitantes se encuentran realizando otras actividades como trabajo y estudio, además no se registran consumos elevados en horas de la madrugada.

b.-Patrones de consumo diario

En la **Tabla 25**, se detalla los valores de consumo promedio diarios en m³/día (metros cúbicos/ día), con el porcentaje de consumo por cada día de consumo, estos parámetros serán representados en la gráfica de patrones de consumo diario.

Tabla 29: Patrón de consumo diario del sector Atahualpa I

SEMANA	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (m³/día)	% DE CONSUMO A LA MEDIA
Lunes	0.75	100.2%
Martes	0.74	98.1%
Miercoles	0.73	96.7%
Jueves	0.74	98.9%
Viernes	0.66	87.7%
Sábado	0.83	110.0%
Domingo	0.82	108.4%
PROMEDIO	0.75	

Realizado por: Joaquín Segovia



SECTOR DE ESTUDIO: ATAHUALPA I

PARROQUIA: RURAL

REALIZADO POR: J. SEGOVIA

PATRÓN DE CONSUMO DIARIO DEL SECTOR ATAHUALPA I

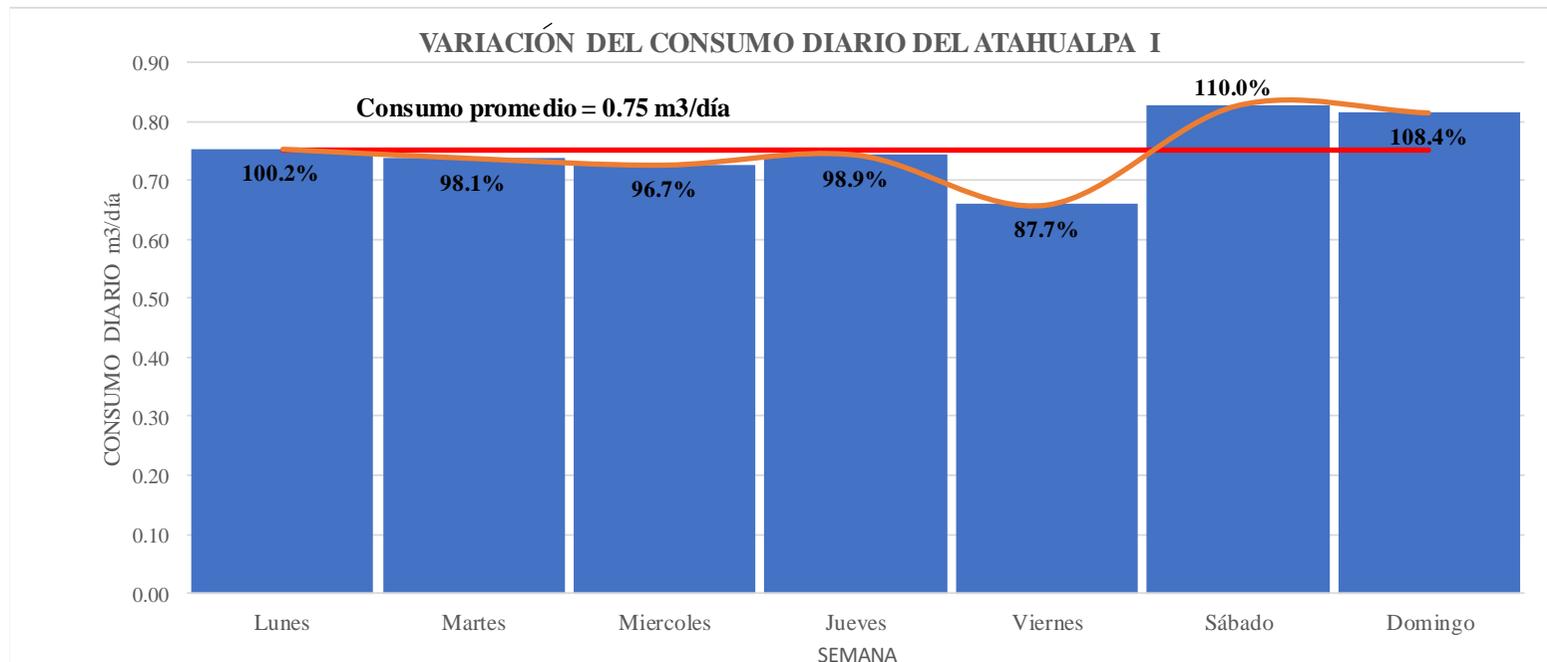


Figura 29: Patrón de consumo diario del sector Atahualpa I

Realizado por: Joaquín Segovia

Interpretación:

En la **Figura 29** de la página 81, se representa el patrón de consumo diario del sector Atahualpa I nos indica que el consumo promedio diario es de 0,75 m³/día que representa el 100 % del porcentaje de consumo, de lunes a jueves se observa una tendencia de consumo similar, el día viernes el consumo tiende a disminuir a 0,66 m³/día, el día sábado se observa nuestro pico máximo con un promedio de consumo de 110% equivalente a un consumo de 0.83 m³/día, esto es debido a que al ser el sábado día de descanso por lo general los habitantes de cada vivienda tienden a pasar en casa realizando actividades domésticas como: cocinar alimentos, limpieza de casa, riego de jardines, aseo personal, lavado de motocicletas y autos lo que origina un incremento en el consumo de agua.

4.3.2.7 Variación de la presión de la red de distribución

Mediante la utilización de un software GIS (Sistema de Información Geográfica) se representó las variaciones de las presiones existentes en la parroquia Atahualpa, los valores obtenidos en campo fueron valores de presiones en unidades del sistema inglés Psi (lb/in²), para nuestro caso estas unidades fueron convertidas a unidades del sistema internacional mca (metros de columna de agua), para convertir desde Psi a mca se dividió el valor para 1.422. Los valores que se representaron el GIS fueron: la presión en mca y la ubicación del medidor en coordenadas Norte, Este.

Tabla 30: Valores de presión para representar en GIS

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR ATAHUALPA I											
N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	PRESIÓN (mca)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			ESTE X	NORTE Y
1	75.00	74.00	70.00	70.00	75.00	73.00	76.00	73.29	52.00	766952.03	9864358.75
2	80.00	85.00	80.00	83.00	78.00	80.00	85.00	81.57	57.00	766838.98	9864462.36
3	75.00	80.00	80.00	78.00	75.00	80.00	75.00	77.57	55.00	766728.25	9864557.76
4	60.00	62.00	65.00	62.00	60.00	65.00	65.00	62.71	44.00	766695.19	9864579.80
5	90.00	85.00	85.00	83.00	88.00	90.00	88.00	87.00	61.00	766675.03	9864610.05
6	55.00	55.00	54.00	58.00	60.00	55.00	52.00	55.57	39.00	766686.29	9864620.23
7	65.00	62.00	60.00	60.00	65.00	68.00	65.00	63.57	45.00	766806.35	9864737.17
8	40.00	40.00	45.00	50.00	45.00	40.00	43.00	43.29	30.00	766836.01	9864765.53
9	70.00	72.00	75.00	70.00	70.00	75.00	73.00	72.14	51.00	766868.86	9864801.26
10	45.00	41.00	40.00	44.00	45.00	43.00	45.00	43.29	30.00	766959.91	9864812.74
11	50.00	55.00	57.00	52.00	55.00	50.00	55.00	53.43	38.00	767012.28	9864777.47
12	55.00	50.00	55.00	52.00	50.00	54.00	55.00	53.00	37.00	767048.26	9864754.83
13	90.00	95.00	85.00	89.00	90.00	94.00	90.00	90.43	64.00	767077.52	9864483.20
14	105.00	100.00	102.00	105.00	103.00	100.00	105.00	102.86	72.00	767079.16	9864461.51
15	115.00	112.00	115.00	110.00	113.00	115.00	112.00	113.14	80.00	767078.15	9864443.11

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR ATAHUALPA I											
N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN Z (psi)	PRESIÓN (mca)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LECTURA (Psi)									ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO				
16	95.00	92.00	90.00	95.00	95.00	90.00	94.00	93.00	65.00	767131.03	9864394.10
17	80.00	80.00	80.00	85.00	82.00	84.00	85.00	82.29	58.00	767128.74	9864419.74
18	80.00	82.00	82.00	83.00	80.00	80.00	82.00	81.29	57.00	767144.29	9864426.62
19	100.00	100.00	105.00	102.00	102.00	100.00	98.00	101.00	71.00	767182.66	9864420.67
20	40.00	45.00	45.00	45.00	40.00	46.00	42.00	43.29	30.00	767199.88	9864432.82
21	80.00	85.00	82.00	80.00	82.00	85.00	80.00	82.00	58.00	767221.39	9864444.30
22	60.00	55.00	58.00	58.00	62.00	60.00	60.00	59.00	41.00	767273.37	9864491.24
23	55.00	55.00	58.00	60.00	55.00	54.00	55.00	56.00	39.00	767324.66	9864504.67
24	75.00	75.00	71.00	74.00	75.00	76.00	75.00	74.43	52.00	767372.66	9864541.76
25	40.00	40.00	42.00	40.00	40.00	43.00	40.00	40.71	29.00	767368.38	9864563.78
26	48.00	52.00	55.00	45.00	48.00	50.00	50.00	49.71	35.00	767377.65	9864569.69
27	85.00	82.00	80.00	82.00	85.00	85.00	80.00	82.71	58.00	767404.44	9864563.75
28	80.00	80.00	81.00	80.00	80.00	83.00	80.00	80.57	57.00	767400.16	9864588.72
29	95.00	98.00	95.00	95.00	90.00	98.00	95.00	95.14	67.00	767425.62	9864579.17
30	80.00	85.00	88.00	78.00	85.00	82.00	80.00	82.57	58.00	767480.24	9864618.88
31	65.00	65.00	60.00	68.00	70.00	65.00	65.00	65.43	46.00	767497.79	9864632.01
32	70.00	75.00	70.00	73.00	75.00	70.00	75.00	72.57	51.00	767433.32	9864492.38
33	45.00	45.00	45.00	42.00	45.00	47.00	45.00	44.86	32.00	767387.22	9864430.12
34	50.00	50.00	51.00	54.00	56.00	50.00	55.00	52.29	37.00	767249.81	9864375.04
35	90.00	95.00	92.00	94.00	95.00	90.00	90.00	92.29	65.00	767291.13	9864416.01
36	105.00	100.00	100.00	105.00	102.00	105.00	100.00	102.43	72.00	766391.59	9865316.26
37	95.00	95.00	92.00	90.00	95.00	90.00	95.00	93.14	66.00	766461.45	9865298.85
38	40.00	45.00	40.00	43.00	43.00	45.00	40.00	42.29	30.00	766677.07	9865221.37
39	70.00	72.00	72.00	78.00	75.00	75.00	70.00	73.14	51.00	766787.86	9865171.35
40	80.00	82.00	82.00	85.00	80.00	85.00	82.00	82.29	58.00	766219.35	9865498.68
41	55.00	55.00	56.00	58.00	55.00	54.00	55.00	55.43	39.00	766216.17	9865645.24
42	65.00	62.00	66.00	65.00	62.00	63.00	65.00	64.00	45.00	766380.94	9865678.61
43	75.00	75.00	78.00	76.00	75.00	77.00	75.00	75.86	53.00	766399.11	9865645.20
44	40.00	40.00	42.00	40.00	45.00	43.00	45.00	42.14	30.00	766438.46	9865628.61
45	90.00	89.00	94.00	95.00	90.00	92.00	94.00	92.00	65.00	766462.93	9865616.76
46	85.00	85.00	84.00	80.00	86.00	85.00	84.00	84.14	59.00	766488.09	9865638.43
47	115.00	110.00	115.00	115.00	115.00	110.00	110.00	112.86	79.00	766482.82	9865662.75
48	95.00	94.00	95.00	93.00	96.00	98.00	95.00	95.14	67.00	766442.52	9865729.82
49	80.00	82.00	85.00	84.00	80.00	82.00	85.00	82.57	58.00	766447.85	9865765.96
50	85.00	82.00	82.00	84.00	85.00	87.00	82.00	83.86	59.00	766636.32	9865964.40
51	55.00	55.00	54.00	55.00	56.00	58.00	52.00	55.00	39.00	766690.58	9865964.35
52	65.00	65.00	64.00	66.00	65.00	65.00	67.00	65.29	46.00	766716.41	9866005.07
53	40.00	42.00	40.00	43.00	45.00	40.00	42.00	41.71	29.00	766809.03	9866036.89
54	35.00	35.00	32.00	36.00	38.00	36.00	35.00	35.29	25.00	766848.81	9866077.91
55	65.00	65.00	62.00	64.00	65.00	62.00	65.00	64.00	45.00	766968.59	9866111.98
56	55.00	58.00	55.00	56.00	55.00	55.00	58.00	56.00	39.00	767040.01	9866074.45
57	80.00	85.00	82.00	85.00	84.00	85.00	85.00	83.71	59.00	767141.11	9865920.58
58	82.00	85.00	84.00	85.00	86.00	80.00	85.00	83.86	59.00	767301.89	9865931.61
59	88.00	86.00	85.00	87.00	88.00	90.00	88.00	87.43	61.00	767339.61	9865938.14
60	78.00	75.00	76.00	78.00	75.00	75.00	76.00	76.14	54.00	767405.08	9865901.28
61	80.00	82.00	82.00	82.00	80.00	85.00	80.00	81.57	57.00	767596.97	9865914.91
62	90.00	92.00	90.00	94.00	91.00	92.00	90.00	91.29	64.00	767834.33	9865725.43
63	100.00	105.00	100.00	100.00	102.00	105.00	100.00	101.71	72.00	767844.72	9865509.20
64	90.00	92.00	95.00	90.00	95.00	95.00	90.00	92.43	65.00	767842.69	9865456.62
65	45.00	44.00	45.00	48.00	45.00	40.00	45.00	44.57	31.00	767800.75	9865169.46
66	40.00	40.00	42.00	43.00	40.00	41.00	42.00	41.14	29.00	767787.50	9865151.73
67	45.00	48.00	45.00	42.00	44.00	46.00	45.00	45.00	32.00	767712.70	9865107.76
68	50.00	55.00	55.00	56.00	54.00	52.00	55.00	53.86	38.00	767668.39	9865133.43
69	65.00	65.00	66.00	64.00	65.00	68.00	67.00	65.71	46.00	767685.61	9865156.42
70	48.00	45.00	44.00	45.00	40.00	46.00	45.00	44.71	31.00	767662.49	9865191.27
71	85.00	80.00	82.00	85.00	80.00	85.00	83.00	78.57	55.00	767630.78	9865247.16
72	90.00	92.00	95.00	95.00	92.00	97.00	95.00	93.71	66.00	767654.79	9864915.41
73	80.00	85.00	80.00	84.00	80.00	85.00	84.00	82.57	58.00	766848.53	9864433.20
74	40.00	40.00	42.00	42.00	44.00	42.00	40.00	41.43	29.00	766780.71	9864490.31
75	65.00	60.00	65.00	64.00	65.00	62.00	60.00	63.00	44.00	766698.21	9864559.78

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR ATAHUALPA I											
N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN Z (psi)	PRESIÓN (mca)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LECTURA (Psi)									ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO				
76	55.00	56.00	58.00	57.00	55.00	50.00	55.00	55.14	39.00	766614.46	9864568.41
77	70.00	75.00	75.00	70.00	75.00	78.00	75.00	74.00	52.00	766576.67	9864559.47
78	80.00	80.00	81.00	84.00	85.00	85.00	82.00	82.43	58.00	766529.81	9864529.50
79	75.00	78.00	77.00	75.00	80.00	76.00	75.00	76.57	54.00	766477.89	9864494.30
80	90.00	92.00	95.00	90.00	94.00	88.00	87.00	90.86	64.00	766460.93	9864468.82
81	85.00	85.00	86.00	80.00	85.00	84.00	85.00	84.29	59.00	766420.92	9864453.51
82	65.00	68.00	65.00	64.00	66.00	65.00	65.00	65.43	46.00	766376.95	9864450.89
83	55.00	50.00	54.00	56.00	55.00	54.00	50.00	53.43	38.00	766627.92	9864622.05
84	105.00	105.00	104.00	100.00	105.00	102.00	105.00	103.71	73.00	766608.88	9864624.81
85	90.00	90.00	95.00	90.00	95.00	95.00	90.00	92.14	65.00	766575.73	9864642.19
86	90.00	90.00	92.00	91.00	94.00	88.00	90.00	90.71	64.00	766557.51	9864670.02
87	80.00	80.00	82.00	85.00	80.00	85.00	84.00	82.29	58.00	766539.83	9864666.25
88	60.00	65.00	63.00	65.00	64.00	60.00	65.00	63.14	44.00	766504.30	9864707.01
89	82.00	86.00	84.00	85.00	82.00	84.00	85.00	84.00	59.00	766434.28	9864748.17
90	45.00	45.00	40.00	45.00	46.00	47.00	45.00	44.71	31.00	766422.90	9864741.22
91	65.00	62.00	65.00	60.00	64.00	65.00	60.00	63.00	44.00	766292.41	9864823.70
92	40.00	40.00	42.00	45.00	46.00	45.00	40.00	42.57	30.00	766138.51	9864740.44
93	85.00	85.00	86.00	80.00	85.00	84.00	85.00	84.29	59.00	766239.19	9864860.25
94	90.00	92.00	95.00	91.00	90.00	95.00	90.00	91.86	65.00	766208.24	9864893.75
95	75.00	78.00	75.00	76.00	74.00	75.00	75.00	75.43	53.00	765888.84	9865100.50
96	80.00	82.00	80.00	82.00	85.00	85.00	81.00	82.14	58.00	765810.54	9864971.92
97	65.00	65.00	65.00	68.00	65.00	60.00	65.00	64.71	46.00	766555.62	9864767.08
98	80.00	85.00	85.00	82.00	86.00	84.00	80.00	83.14	58.00	765917.40	9865069.23
99	90.00	95.00	90.00	94.00	92.00	96.00	95.00	93.14	66.00	766061.04	9864675.25
100	78.00	75.00	80.00	75.00	75.00	80.00	81.00	77.71	55.00	766537.72	9864728.84
PROMEDIO DIARIO (Psi)	71.89	72.52	72.27	72.69	72.95	73.08	72.51				

Realizado por: Joaquín Segovia

En la **Tabla 26** de la página 82, se representa los valores de las presiones del agua registrados en las viviendas de la muestra durante los 7 días de la semana.

En la **Figura 30** de la página 85, se representa las variaciones de presión con la que el agua llega a cada una de las viviendas de la muestra en el sector Atahualpa I, los valores registrados oscilan entre los 20 mca (metros de columna de agua) y los 80 mca, el color verde representa los colores mínimos y el color rojo los valores máximos.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES ATAHUALPA 2, CONSTANTINO FERNÁNDEZ 2 Y AUGUSTO MARTÍNEZ 2, DEL CANTÓN AMBATO

REALIZADO POR: SEGOVIA JOAQUÍN

PARROQUIA: ATAHUALPA

PRESIÓN DEL AGUA POTABLE DEL SECTOR ATAHUALPA

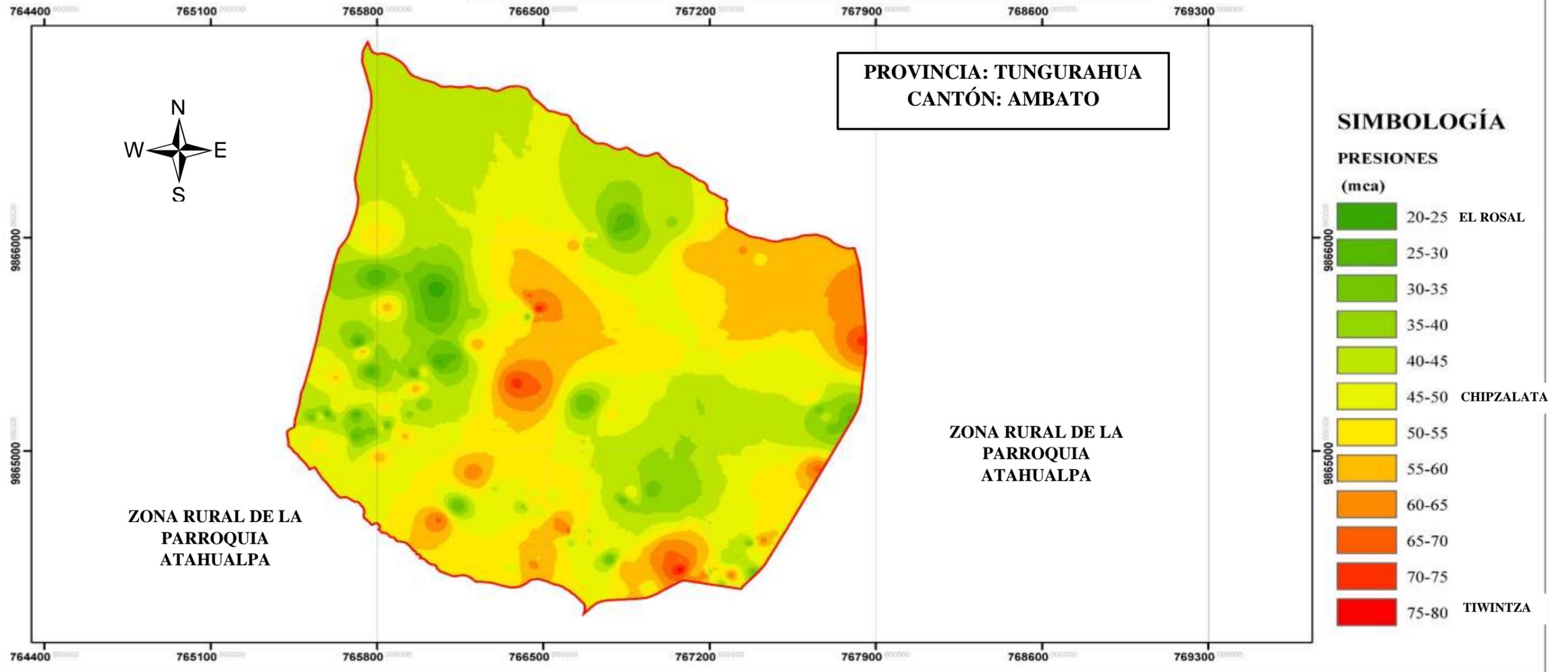


Figura 30: Presión del agua potable del sector Atahualpa

Realizado por: Joaquín Segovia

4.4 Verificación de la hipótesis

Se verifica la hipótesis debido a que el consumo de agua potable en las viviendas residenciales del sector en estudio incide en la obtención de las curvas de consumo diario, esta afirmación es acertada ya que con los valores de caudal consumido por cada hora del día se pudo generar curvas que representan el volumen de agua potable que se consume en un día.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

a.- El volumen de consumo per cápita obtenido en el sector de estudio fue de 160 litros/habitante/día, como se indica en la **Figura 22** de la página 66, dicho valor se encuentra por debajo de los valores estandarizados por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2011, Capítulo 16. Norma Hidrosanitaria Nhe Agua, que es de 200 a 350 Litros/habitante/ día, además este valor también se encuentra por debajo de valor proporcionado por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EP-EMAPA, que es de 260 Litros/habitante/día, lo que demuestra que este valor es propio para cada sector y dependerá de los hábitos de consumo, nivel socio económico y condiciones actuales de los accesorios y tuberías presentes en las viviendas.

b.-El valor de consumo máximo diario registrado durante el período de levantamiento de información fue de 24. 83 m³, de acuerdo a la **Tabla 19 e** de la página 59, este consumo se produjo debido a que en la vivienda los dueños utilizaban esporádicamente el agua para riego de sus cultivos y lavado de autos.

c.-El consumo promedial por vivienda fue de 540 litros /día como se puede evidenciar en el **Figura 21** de la página 61, este valor refleja la realidad del consumo del sector y está directamente relacionado con las condiciones socio económicas de los habitantes, el aumento o disminución en el consumo dependerán en gran cantidad de este factor.

d.-De acuerdo al análisis de la semana típica en el sector Atahualpa, el día de mayor consumo fue el sábado con un promedio de 830 litros/día como se puede evidenciar en **Tabla 21** de la página 65, esto es debido a que por lo general ese día la familia permanece en el hogar realizando actividades domésticas como: lavado de ropa, limpieza de cocina y baños, lavado de autos, riego de jardines, cocinar alimentos, entre otros.

e.-El consumo promedio diario fue de 750 litros/día como se indica en la **Figura 29** de la página 81, este valor representa el patrón de consumo diario, el día que presenta un pico máximo es el sábado con un porcentaje de consumo de 110% que equivale a 830

litros/día, esto puede deberse a que en el día sábado las familias permanecen la mayor cantidad de tiempo en casa realizando actividades domésticas relacionadas con el consumo de agua.

f.- En la **Figura 27** de la página 77, referente a patrones de consumo horario en períodos de tiempo de tres horas se determinó que el pico de mayor consumo se registró en la mañana de 6-9 am registrando un porcentaje de consumo de 263.8% que equivale a un consumo de 286.7 litros /hora como se indica en la **Tabla 23** de la página 71, esto se debe a que en la mañana las habitantes de la vivienda permanecen realizando actividades domésticas.

g.- Se determinó los valores promediales de consumo futuro como se indica en la **Tabla 24** de la página 74, para el período de retorno de 2 años el consumo futuro fue de 800 litros/día, para el período de retorno de 5 años el consumo futuro fue de 900 litros/día, para 10 años el consumo futuro fue de 1000 litros/día, para 20 años el consumo futuro fue de 1100 litros/día, para el período de retorno de 30 años el consumo futuro fue de 1200 litros/día.

h.-El consumo promedio diario a las 2 horas fue de 72.44 litros /día como se indica el **Figura 26** de la página 76, a las 3 horas fue de 108.66 litros /día como se indica el **Figura 27** de la página 77, a las 4 horas fue de 144.88 litros /día como se indica el **Figura 28** de la página 78, estos valores representan el patrón de consumo horario.

i.-El sistema de información geográfica generado para el presente estudio consta del área del proyecto, georreferenciación de los medidores volumétricos de la muestra, consumo per cápita y valores de presiones de agua del sector.

j.-De las encuestas realizadas se obtuvo un valor máximo de 9 consumidores, un mínimo de 2 consumidores y un promedio de 4.44 consumidores para el sector Atahualpa, como se indica en la **Tabla 13** de la página 47.

k.-De las encuestas realizadas se obtuvo que la tipología de vivienda característica del sector corresponde al tipo B (viviendas con un nivel socio-económico bueno), con el 80% del total de las viviendas para este sector, para nuestro estudio este tipo de tipología fue la más representativa, como se indica en la **Tabla 11** de la página 45.

l.- De las encuestas realizadas se obtuvo que existe en número máximo de 18 unidades sanitarias, un número mínimo de 7 unidades sanitarias y un promedio de 12 unidades sanitarias presentes dentro de las viviendas de la muestra seleccionada, como se indica en la **Tabla 14** de la página 48.

m.- Debido al desconocimiento de la ubicación de las redes existentes en el sector de estudio, la magnitud del proyecto y motivos de tiempo, no se logró la modelación total de las redes de agua potable, es así que se modeló mediante la utilización de un GIS (Sistema de información Geográfica) los valores de presiones y consumos per cápita que se presentan actualmente.

5.2 Recomendaciones

a.- Es importante realizar un estudio más profundizado sobre los valores de dotación que recomienda la NEC-2011 para bloques de viviendas con el objetivo de verificar si estos valores sugeridos están correctamente fundamentados o si existen irregularidades en su planteamiento.

b.- Es importante realizar un estudio más profundizado sobre los valores de consumo per cápita que recomienda la NEC-2011 y la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EP-EMAPA, debido a que estos valores se diferencian dependiendo del sector y siempre estarán en función de las condiciones socio económicas de un sector.

c.- Para estudios posteriores generar sistemas de información geográfica con la mayor cantidad posible de información referente a caudales, diámetro de tuberías, accesorios de los sistemas de captación, conducción y distribución y funcionamiento de las redes de distribución, para disponer con información suficiente para posteriormente realizar el diseño y rediseño de las redes de agua potable en la ciudad de Ambato.

d.- Se recomienda realizar futuros proyectos sobre modelaciones y simulaciones hidráulicas, pero con la utilización de los datos obtenidos en el presente estudio, de esta forma se conocerá el comportamiento real de las actuales redes de agua potable que existe en estos sectores.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía

- [1] M. Guerrero, I. Schifter. (2011, Abril) .La Huella del Agua.(Primera Edicion).[En-Línea].21(1).Disponible:<https://ebookcentral.proquest.com/lib/utasp/reader.action?docID=4559446&query=la+huella+del+agua> [Mayo 11,2018].
- [2] J. Gonzales. G.(2014). El acceso al agua potable como derecho humano.(Primera Edicion).[EnLínea].17(24).Diponible:<https://ebookcentral.proquest.com/lib/utasp/reader.action?docID=3228307&query=el+acceso+al+agua+potable+como+derecho+humano> [Mayo 11,2018].
- [3]P. Zúñiga, P. Laclette,(2012). Diagnóstico del Agua en las Ámericas.(Primera Edicion).[EnLínea].Disponble:www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf . [Junio 2,2018]
- [4]P. Franco, B. Rodriguez ,(2016). Formulación de líneas estratégicas para un proyecto participativo de conservación de un ojo de agua de la parroquia el condado, barrio colinas del norte, sector el manantial y sector rancho. (Primera Edicion).[En-Línea].Disponible: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/TE> . [Junio 3 ,2018].
- [5] B. Escribano. (2010, junio). Metodología de análisis en el tiempo para evaluar los escasos de agua dulce en función de la oferta y la demanda. Caso de estudio: Los países de la región del golfo de Guinea. (Primera Edición). [En- Línea]. Disponible: www.upc.edu/ccd/es/investigacion/tesis-doctorales/metodologia-de-analisis-en-el-tiempo-para-evaluar-la-escasez-de-agua-dulce-en-funcion-de-la-oferta-y-de-la-emanda-caso-de-estudio-los-paises-de-la-region-del-golfo-de-guinea. [junio 8, 2018].
- [6] M. Pozo, J.Serrano, R. Castillo.(2017, octubre). “Nota metodológica de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene.” Intituto nacional de estadísticas y censos INEC.[EnLinea].pp22.Disponible:http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/EMPLEO/2017/Indicadores%20ODS%20Agua,%20Saneamiento%20e%20Higiene/Metodologia_ASH.pdf. [junio 15,2018].

- [7] Redaccion regional centro. “El uso del recurso hidrico en la parte centroandina de Ecuador es considerado alto” *ElTelegrafo* (15 noviembre 2015).sec B pp.1-2.
- [8] D. Manco, J. Guerrero, A. María Ocampo. (5 de octubre del 2012). “Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial, Medellín”. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. [En-Línea]. pp 25-36. Disponible: www.scielo.org.com/pdf/rium/v11n21/v11n21a03.pdf. [junio 15,2018].
- [9] P. Rodríguez. (2001, agosto). Abastecimiento de agua. (Primera edición). [En-línea]. Disponible: <https://es.slideshare.net/israelorozco96/abastecimiento-de-agua-40330441>. [junio 16, 2018].
- [10] A. Garzón. (2014). Evaluación de patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá (Edición Única). [En Línea]. Disponible: <http://bdigital.unal.edu.co/46260/1/02822428.2014.pdf>. [junio27,2018].
- [11] El instituto ecuatoriano de normalización (INEN). (2011, abril 06). “Codigo de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, Disposición de excretas y residuos liquidos en el area rural.” Código ecuatoriano de la construcción (CEC). [En-Línea] pp 20. Disponible: https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/normas_disec3b1o_cpe_inen_5_parte_9-2_1997-menos-de-1000-hab.pdf. [junio27,2018].
- [12] Comisión Nacional del Agua. (2007). “Datos Básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado”. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. [En-Línea]pp17-19. Disponible: <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>. [julio 01,2018].
- [13] D. Bastidas. (2009,enero). Caracterización y estimación de consumos de agua de usuarios residenciales, caso de estudio: Bogotá. (Primera Edicion). [En-Linea]. Disponible:<http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resulta-do-busqueda/caracterizacion-y-estimacion-de-consumo-de-agua-de-usuarios-residenciales-caso-de-estudio-bogota>. [Julio 15,2018].

- [14] M. Andam. (2005). Patrones de consumo de agua en sistemas rurales. (Edición Única). [En-Línea]. Disponible: <http://138.4.46.62:8080/ies/ficheros/15consumo2.pdf>. [Julio 15,2018].
- [15] Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2011). “Codigo de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, Disposición de excretas y residuos liquidos en el area rural.” Código ecuatoriano de la construcción (CEC).[En-Línea]pp25.Disponible: https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/normas_disec3b1o_cpe_inen_5 parte9-21997-menos-de-1000-hab.pdf. [agosto 2, 2018].
- [16] V. Cerulia.(2012). Metodología para el dimensionamiento de hidrómetros con aplicación práctica a los metros contadores domiciliarios. (Primera Edicion).[En-línea]. Disponible:[https://ebookcentral.proquest.com/lib/utasp/detail.action? ocID=3202619 & query =Cerulia+](https://ebookcentral.proquest.com/lib/utasp/detail.action?ocID=3202619&query=Cerulia+). [Agosto 10, 2018].
- [17] O.Campos.(2008, junio). Programa de computo para dimensionar medidores de flujo por presion diferencial en liquidos. (Primera Edicion). [En-Linea]. Disponible: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/30/1/Tesis%20Omar%20Campos.pdf>. [Agosto 15, 2018].
- [18] J.Tipan. (Octubre,2017). Estudio de agua potable en sectores residenciales de la zona de centro de la ciudad de Ambato y su incidencia en la curva de consumo diario.(EdicionUnica).[En Linea]. Disponible: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26837>. [Agosto 15,2018].
- [19]F. Javier. (2002, septiembre). Aplicación de los sistemas de información geográfica a la gestión Técnica de redes de Agua Potable. (Primera Edición). [En-Línea]. Disponible:<https://riunet.upv.es/bitstream/handle>. [agosto 27,2018].
- [20] G. León. (2007, abril). Diseño e Implementación de un Sistema de Información Geográfico para el Despliegue Gráfico de Información de Telecomunicaciones en el Proyecto Site del Fodetel. (Edición Única). [En-Línea]. Disponible: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/655/1/T-ESPE-014613.pdf>. [agosto 27, 2018].

[21] Ecuared. “Mapa Digital”.Internet: https://www.ecured.cu/Mapa_Digital. Diciembre, 18, 2012.[Septiembre12,2018].

[22] GAD Ambato. “ Ordenanzas aprobadas”. Internet: <http://gadmatic.ambato.gob.ec/infoambato/ordenanzas.php> .[Octubre 15,2018]

[23]J. Martínez.(2013). Investigacion y recogida de informacion de mercados. (Primeraedicion).[EnLínea].Disponible:<https://ebookcentral.proquest.com/lib/utasp/reader.action?docID=5350039&query=Investigacion+y+recogida+de +informacion+de+mercados>.[Octubre 15,2018].

[24] G. M. Ambato.(2011, Enero 28). Sistema de informacion "Ordenanzas". (Edicion Unica)[En-línea].Available:<http://gadmatic.ambato.gob.ec/infoambato/ordenanzas.php> . [Octubre 17, 2018].

2. ANEXOS.

2.1 Anexo Fotográfico

	
<p>Micro medición de caudal consumido sector Atahualpa</p>	<p>Instalando cámara para medición de volúmenes horarios</p>
	
<p>Micro medición de volúmenes horarios sector Augusto Martínez</p>	<p>Encuestas a usuarios residenciales</p>

	
<p>Micro medición de presiones de agua</p>	<p>Micro medición de presiones de agua</p>

2.2 Anexo de Archivos

Los archivos que se incluyan en el Cd que se presentara junto al proyecto de investigación son:

- a.- Trabajo experimental en formato pdf
- b.- Artículo científico del trabajo experimental.