

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD 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 AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

AUTOR:

ANDRÉS SEBASTIÁN JORDÁN LOPEZ

TUTOR:

Ing. Mg. GEOVANNY PAREDES

AMBATO – ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Geovanny Paredes, certifico que el presente Trabajo Experimental bajo el tema: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO", es de autoría del Sr. Andrés Sebastián Jordán López, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, enero de 2019

_____

Ing. Mg. Geovanny Paredes

AUTORÍA

Yo, Andrés Sebastián Jordán López con C.I.: 180479793-2, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que por medio de la presente que es Trabajo Experimental con el tema: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO", es de mi completa autoría.

Ambato, enero de 2019

_____

Andrés Sebastián Jordán López

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este 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 Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, enero de 2019

_____

Andrés Sebastián Jordán López

APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO", del egresado Andrés Sebastián Jordán López, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, enero de 2019

Para constancia firman:

Celia Margarita Mayacela Ph.D	Ing. Mg. Galo Núñez

DEDICATORIA

A mi familia, quienes han sido participes de mi formación académica y personal, producto de ello se refleja en cada triunfo obtenido, a mis amigos y a todas las personas que luchan a diario por superarse.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios todopoderoso, por sus bendiciones derramadas durante mi camino, por la sabiduría para culminar esta etapa y por la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres Virginia y Juan, por ser la razón de mi existencia, por todo el sacrificio en beneficio de nuestro hogar y porque esto no hubiera sido posible sin su apoyo absoluto, por esto y mucho más mi eterna y sincera gratitud.

A mis hermanos Juan Carlos y Santiago, por ser mi impulso de superación.

A mis abuelitas Blanca y Teresa, y a mi tía Paty, por sus gestos de cariño y por la confianza de que si lo voy a lograr.

A mis primos Alexis, Paúl, Daniel y Josué, por su ayuda desinteresada para el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos con los que compartí mi tiempo en las aulas, por hacerlo ameno y memorable.

A la Universidad Técnica de Ambato por la formación académica y profesional impartida a través de sus docentes, especialmente al Ing. Dilon Moya y a mi tutor Ing. Geovanny Paredes por la oportunidad de llevar a cabo esta investigación bajo sus supervisiones.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

Portada 1

Certificación del tutor 2

Autoría 3

Derechos de autor 4

Aprobación del tribunal de grado 5

Dedicatoria 6

Agradecimiento 7

Índice general de contenidos 8

Índice de tablas 11

Índice de figuras 12

Resumen ejecutivo 14

Abstract 15

B.- CONTENIDO

CAPÍTULO I 16

1.1 Tema del trabajo experimental 16

1.2 Antecedentes 16

1.3 Justificación 17

1.4 Objetivos 19

1.4.1 Objetivo general 19

1.4.2 Objetivos específicos 19

CAPÍTULO II 20

2.1 Fundamentación teórica 20

2.1.1 Consumo de agua potable 20
2.1.1.1 Consumo doméstico 20
2.1.1.2 Consumo no doméstico 20
2.1.2 Demanda 21
2.1.3 Aparatos sanitarios 21
2.1.4 Pérdidas físicas 21
2.1.5 Caudal máximo probable (QMP) 21
2.1.6 Presión de fluidos en movimiento 24
2.1.6 Dotación 25
2.1.7 Variación de consumo 27
2.1.8 Factores que afectan al consumo de una comunidad 27
2.1.9 Consumo promedio diario anual (Qm) 28
2.1.10 Caudales máximos diarios 29
2.1.11 Caudales máximos horarios 29
2.1.12 Coeficientes de variación diaria y horaria 30
2.1.13 Medidores de caudal 31
2.1.13.1 Macromedición 31
2.1.13.2 Micromedición 31
2.1.14 Curva de consumo de agua potable 34
2.1.15 Curva patrón de consumo de usuarios 35
2.1.16 Sistema de información geográfica (SIG) 36
2.1.17 Georreferenciación de datos 37
2.2 Hipótesis 37
2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis 38
2.3.1 Variable independiente 38
2.3.2. Variable dependiente 38
CAPÍTULO III 39

3.1 Nivel o tipo de investigación 39
3.2 Población y muestra 39
3.2.1 Población 39
3.2.2 Muestra 40
3.3 Operacionalización de variables 41
3.3.1 Variable independiente 41
3.3.2 Variable dependiente 42
3.4 Plan de recolección de información 43
3.5 Plan de procesamiento y análisis 43
CAPÍTULO IV 45
4.1 Recolección de datos 45
4.1.1 Descripción del sector 45
4.1.5 Encuesta a usuarios residenciales 48
4.1.2 Medición diaria 49
4.1.3 Medición horaria 52
4.1.4 Medición de presiones 52
4.2 Análisis de resultados 53
4.2.1 Encuestas 53
4.2.1.1 Tipología de vivienda 53
4.2.1.2 Tipo de vivienda 54
4.2.1.3 Número de usuarios 55
4.2.1.4 Número de unidades sanitarias 56
4.2.1.5 Identificación de problemas 59
4.2.1.6 Nivel de servicio 60
4.2.2 Análisis de información de volúmenes de agua potable 62
4.2.2.1 Consumo diario 63
4.2.2.2 Consumo semanal 70

4.2.2.3 Consumo per-cápita 73
4.2.2.4 Consumo horario 79
4.2.2.5 Extrapolación de consumos medios diarios 82
4.2.2.6 Patrones de consumo horario y diario 83
4.2.2.7 Variación de la presión en la red de distribución de agua potable 88
4.3 Verificación de la hipótesis 94
CAPÍTULO V 95
5.1 Conclusiones 95
5.2 Recomendaciones 97

C.- MATERIAL DE BIBLIOGRAFÍA

1 Bibliografía 99
2 Anexo Fotográfico 102
3 Anexo Digital 103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo 23
Tabla 2 Dotaciones recomendadas 26
Tabla 3 Dotaciones para edificaciones de uso específico 26
Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente 41
Tabla 5 Operacionalización de la variable dependiente 42
Tabla 6 Plan de recolección de información 43
Tabla 7 Codificación de micromedidores 51
Tabla 8 Tipología de vivienda 54
Tabla 9 Tipo de vivienda 54
Tabla 10 Número de usuarios 55

Tabla 11 Unidades sanitarias en residencias y establecimientos comerciales 56
Tabla 12 Número de unidades sanitarias en residencias 57
Tabla 13 Número de unidades sanitarias en establecimientos comerciales 58
Tabla 14 Porcentaje de fugas, pérdidas visibles y uso inadecuado del agua 60
Tabla 15 Dotación de agua 61
Tabla 16 Presión de agua 62
Tabla 17 Consumo diario por medidor (continua) 64
Tabla 18 Consumo diario por medidor (continua) 65
Tabla 19 Consumo diario por medidor (continua) 66
Tabla 20 Consumo diario por medidor 67
Tabla 21 Valores promediales de consumo diario por usuario 68
Tabla 22 Valores de consumo semanal 71
Tabla 23 Consumo per-cápita 74
Tabla 24 Consumos horarios en intervalos de 2 horas 79
Tabla 25 Valores promediales de consumos futuros 82
Tabla 26 Consumos horarios en intervalos de 2 horas 84
Tabla 27 Consumos horarios en intervalos de 3 horas 85
Tabla 28 Consumos horarios en intervalos de 4 horas 86
Tabla 29 Variación de consumo diarios 87
Tabla 30 Registro de presiones en una semana 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva de simultaneidad para más de una vivienda 24
Figura 2 Coeficientes de variación de consumo 30
Figura 3 Curva característica del medidor nuevo de agua potable 32
Figura 4 Medidor de chorro múltiple 32
Figura 5 Medidor chorro único 33
Figura 6 Medidor tipo hélice 33
Figura 7 Funcionamiento del medidor volumétrico tipo pistón oscilante 34
Figura 8 Curva de consumo diario de agua potable 35

Figura 9 Curva Patrón de Consumo 36
Figura 10 Área del proyecto 46
Figura 11 Localización de usuarios en la zona 47
Figura 12 Formato de encuesta 48
Figura 13 Marcas de micromedidores predominantes en la zona 49
Figura 14 Registro de un micromedidor 50
Figura 15 Formato de registro de volúmenes diarios de agua 51
Figura 16 Cámara instalada en el micromedidor 52
Figura 17 Manómetro para líquidos (200 p.s.i.) 53
Figura 18 Tipología de vivienda 54
Figura 19 Tipo de vivienda 55
Figura 20 Número de usuarios en residencias y establecimientos comerciales 56
Figura 21 Unidades sanitarias en residencias y establecimientos comerciales 57
Figura 22 Número de unidades sanitarias en residencias 58
Figura 23 Número de unidades sanitarias en establecimientos comerciales 59
Figura 24 Porcentaje de fugas, pérdidas visibles y uso inadecuado del agua 60
Figura 25 Dotación de agua 61
Figura 26 Presión de agua 62
Figura 27 Consumo promedio por vivienda 69
Figura 28 Consumo promedio semanal 72
Figura 29 Consumo per-cápita 76
Figura 30 Interpolación de consumos per-cápita 77
Figura 31 Variación de consumos horarios por día (intervalos de 2 horas) 80
Figura 32 Curva de persistencia del consumo de agua potable 83
Figura 33 Variación de consumos horarios en intervalos de 2 horas 84
Figura 34 Variación de consumos horarios en intervalos de 3 horas 85
Figura 35 Variación de consumos horarios en intervalos de 4 horas 86
Figura 36 Variación de consumos diarios 88
Figura 37 Variación de la presión promedio diaria (m.c.a.) 91
Figura 38 Variación promedio de presiones (m.c.a.) 92
Figura 39 Interpolación de presiones 93

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

AUTOR: Andrés Sebastián Jordán López

TUTOR: Ing. Mg. Geovanny Paredes

Para la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato es importante conocer el modo en que los usuarios demandan el agua potable para la toma de decisiones en la gestión integral y su uso racional. Por tal motivo, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar los hábitos de consumo de la población de la parroquia urbana Atocha – Ficoa del cantón Ambato identificando los volúmenes de agua potable demandados por los predios, consumo per-cápita de la población, comportamiento típico semanal y horarios de mayor uso.

Para llevar a cabo la siguiente investigación fue indispensable la recolección de datos de campo, cuya actividad consistió en el registro de las lecturas diarias de los micromedidores de la muestra durante un periodo de sesenta días aproximadamente en el mismo horario. A su vez, se valoró el comportamiento de los consumidores en el uso del servicio de agua potable durante veinticuatro horas durante una semana. Además, los usuarios proporcionaron datos sobre sus predios para conocer el volumen de agua consumido y el número de habitantes por inmueble a fin de determinar el consumo per-cápita característico de esta parroquia. Adicionalmente se proporciona un registro de las presiones con las que se suministra el agua potable en la totalidad de la zona.

Para un manejo adecuado de la información y facilitar la interpretación de los resultados, se realizaron tablas y gráficos que reflejan el comportamiento de los consumidores del sector para su posterior georreferenciación en el mapa de la parroquia.

ABSTRACT

THEME: "CHARACTERIZATION OF THE DAILY CONSUMPTION CURVE OF THE POTABLE WATER NETWORK OF ZONE ATOCHA – FICOA OF AMBATO CITY"

AUTHOR: Andrés Sebastián Jordán López

TUTOR: Ing. Mg. Geovanny Paredes

For the Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato it is important to know the way in which the users demand the potable water for the decisión making in the integral management and its rational use. For this reason, this study aims to characterize the consumption habits of the population of the Atocha – Ficoa urban parish of the Ambato canton, identifying the volumes of potable wáter demanded by the properties, per-capita consumption of the population, typical weekly behavior and schedules of greater use.

To carry out the following investigation, it was essential to collect field data, whose activity consisted of recordinf the daily readings of the micrometers of the simple during a period of approximately sixty days at the same time. At the same time, the behaviour of consumers in the use of the potable wáter service during twenty-four hours during a week was evaluated. In addition, users provided data on their properties to know the volumen of wáter consumed and the number of inhabitants per property in order to determine the per-capita consumption characteristic of this parish. Additionally, a record is provided of the pressures with which drinking wáter is supplied throughtout the area.

For an adequate management of the information and to facilitate the interpretation of the results, tables and graphs were drawn up that reflect the behavior of consumers in the sector for its subsequent georeferencing in the map of the parish.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema del trabajo experimental

"CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

1.2 Antecedentes

La necesidad de suministrar el agua desde la fuente natural hasta los consumidores de una forma eficiente, y a su vez, la consideración en la conducta de su consumo han conducido a la realización de varios estudios como es el caso de la investigación llevada a cabo por [1] en la que concluye que: "el mayor consumo de agua en las residencias se presenta en las actividades de aseo del hogar y personal (45,5% y 37,7% respectivamente) en donde los puntos hidrosanitarios como lavadora, lavadero y sanitario son los que mayor aporte hacen al consumo de la residencia". "De acuerdo a las mediciones realizadas se determinó la dotación de los usuarios residenciales en 108 L/hab/día en el estrato uno y 112 L/hab/día en el estrato dos, esta dotación per-cápita se encuentra dentro de los valores estimados de consumo en relación al Reglamento técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico – (RAS, 2000) que define como dotación de diseño en 120 L/hab/día para usuarios residenciales".

En la investigación sobre la Estimación por método estadístico de la dotación de agua potable de Nuevo Chimbote, Perú se concluye que: "se obtuvo una dotación de agua promedio diaria real por habitante que varía entre 97.62 L/hab/día y 109.56 L/hab/día con una confianza de 95%; siendo el promedio estándar de 103.59 L/hab/día. Este valor representa el 49.8% de la dotación de agua promedio diaria anual por habitante que establece la Norma OS 100 para una zona cálida, similar a la zona de estudio" [2].

A su vez, en Chile se mantiene un registro denominado Catastro Público de Aguas en el que contiene datos, actos y antecedentes en relación al recurso, las obras de desarrollo del mismo, los derechos de aprovechamiento, los derechos reales

constituidos sobre estos y las obras construidas o que se construirán para ejercerlos por la Dirección General de Aguas [3].

En el caso de Ecuador merece la pena destacar que, dependiendo de cada municipio y su sistema de gestión, los servicios que se ofrecen varían, así como la forma como la gestionan, ya sea a través de manera directa o por medio de empresas públicas y que tienen su capital ciento por ciento público. En la actualidad, la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato es el organismo operador encargado en el suministro de agua potable y desarrollo de procesos de mejoramiento continuo en la ciudad [4].

Bajo a lo expuesto por los autores mencionados y a la necesidad de identificar el modo de consumo de los habitantes de las parroquias del cantón Ambato, la presente investigación tiene como objeto caracterizar los hábitos de consumo en la parroquia Atocha - Ficoa para ser procesados y obtener curvas y patrones de consumo de agua potable para la localidad, a su vez, identificar características subyacentes que contribuyan positivamente al suministro eficiente del recurso agua.

1.3 Justificación

En el mundo las principales problemáticas en torno al recurso agua son su abasto irregular e insalubre. Se estima que una quinta parte de la población mundial sufre escasez del vital líquido y que cinco millones de personas mueren cada año por beber agua contaminada. En este sentido, se estima para el año 2025 una crisis mundial de abasto irregular e insalubre de agua en la que 2000 millones de individuos no dispondrán de agua bebible (Organización Mundial de la Salud, 2010) [5].

La disponibilidad de agua en cada región del mundo se plantea como un problema en la medida que sus niveles de población muestran disparidades continentales, en particular se puede observar la preocupación que existe en el continente asiático, que alberga más de la mitad de la población mundial y sólo cuenta con 36% de los recursos hídricos en el mundo [6].

En América Latina y el Caribe, actualmente con una población de casi 500 millones de personas, cerca del 85% de la población cuenta con servicios de agua potable, ya sea con conexión o con fácil acceso a una fuente pública. Estas estimaciones de la

cobertura sugieren que los niveles de servicio son relativamente altos. Sin embargo, no hay equidad en el acceso y uso de estos servicios y se observan grandes disparidades entre zonas urbanas y rurales.

Uno de los aspectos que en la actualidad produce mayor preocupación en los países es la desigualdad que afrentan los grupos menos favorecidos económicamente con respecto a la provisión de servicios básicos, entre los que se destaca el abastecimiento de agua potable. Los Países Andinos, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela constituyen el 21,5% de la población de América Latina. La cobertura total de agua potable en estos países es del 82%, siendo la cobertura en el área urbana de 90% y la del área rural de 60%. Un 71% de la población total posee conexión domiciliaria, y un 11% conexión con fácil acceso. La cobertura en las zonas rurales es baja, 38% con conexión domiciliaria y 21% con sistemas de fácil acceso [7].

Ecuador es un país rico en agua, su disponibilidad triplica la media internacional, no obstante, esta ventaja no ha permitido que se satisfaga la demanda de abastecimiento en su totalidad, la cobertura actual está próxima al 83%; es especialmente significativo el déficit que se produce en el ámbito rural. En la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua existe un consumo de agua potable significativo por parte de sus pobladores donde puede llegar a ser de 260 litros de agua por día [4] [8].

La entidad responsable en la administración y abastecimiento de agua potable para el cantón Ambato es la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato “EMAPA”. Dicha entidad no dispone de estudios sobre el consumo de varios de los sectores de la ciudad como es el caso de la parroquia urbana Atocha – Ficoa. Por tal motivo se pretende realizar este trabajo experimental con el fin de obtener datos sobre la demanda requerida por los usuarios mediante curvas características de consumo de agua potable para dicha parroquia, a su vez, se recopilará información sobre la disponibilidad del agua dentro de la zona de estudio. Al ser procesada la información esta servirá para evaluar la eficiencia del suministro de agua en la red de distribución del sector, en base a su uso racional.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Caracterizar la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Atocha – Ficoa del cantón Ambato

1.4.2 Objetivos específicos

a) Obtener patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable del sector Atocha – Ficoa del cantón Ambato.

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

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

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

e) Obtener las curvas de consumo diario de la red de agua potable del sector Atocha – Ficoa.

f) 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 Consumo de agua potable

El consumo es la parte del suministro de agua potable que es utilizada por los usuarios, sin consideración de pérdidas. Se expresa en unidades de m^3/día o L/día, o bien cuando se trata de consumo per-cápita se utiliza L/hab/día.

El consumo en zonas rurales varía con respecto a la región. Las condiciones climatológicas e hidrológicas, las costumbres locales y la actividad de los habitantes tienen una influencia directa en la cantidad de agua consumida.

En zonas urbanas el consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuarios, se divide según su uso en: doméstico y no doméstico; el consumo doméstico, se subdivide según la clase socioeconómica de la población en alto, medio y bajo [9].

2.1.1.1 Consumo doméstico

Se refiere al agua utilizada en las viviendas y tiene influencia directa en el clima y la clase socioeconómica de los usuarios. El consumo doméstico medio de una clase socioeconómica puede presentar diferencias, por diversas causas, entre las que sobresalen: la presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento de agua, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del agua [9].

2.1.1.2 Consumo no doméstico

Es el que se utiliza en industrias, comercios y servicios por personas que no habitan en ellas. Para la estimación del consumo unitario de este tipo de usuario, se deben utilizar los datos de medición históricos del organismo operador [9].

2.1.2 Demanda

Cantidad de agua requerida en las tomas para consumo de una localidad o área de proyecto, considerando los diferentes usuarios (domésticos, comerciales, industriales, turísticos, entre otros) que ahí tienen lugar, más las pérdidas físicas del sistema [9].

2.1.3 Aparatos sanitarios

Son aquellos aparatos que demandan agua para su funcionamiento y brindan un servicio directo al usuario con la consecutiva generación de un caudal de aguas servidas que requieren de un desagüe. Cada aparato sanitario debe llevar su propia llave de corte [10].

2.1.4 Pérdidas físicas

El agua que se pierde por diversos motivos en las líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias se conoce con el nombre genérico de fugas; son las pérdidas físicas y se pueden determinar mediante aforos, inspecciones, distritos hidrométricos, etc. Estas pérdidas dependen de factores como: calidad y edad de las tuberías y accesorios, proceso constructivo, presión del agua, mantenimiento y operación del sistema, etc. [11].

2.1.5 Caudal máximo probable (QMP)

También llamado como caudal instantáneo máximo es la suma de los caudales instantáneos debidos a cada uno de los aparatos sanitarios funcionando simultáneamente. Sin embargo, el consumo real de esa edificación es menor puesto que el funcionamiento simultáneo de todos los aparatos en condiciones normales de funcionamiento nunca se presenta. El caudal máximo probable de una edificación hace referencia al caudal esperado en el sistema teniendo en cuenta la simultaneidad de uso [12].

El caudal máximo probable y el coeficiente de simultaneidad se calcularán con las siguientes ecuaciones [13]:

$$QMP = ks * \sum qi$$

(Ec. 1)

$$ks = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0{,}04 + 0{,}04 * \log(\log(n)))$$

(Ec. 2)

Donde:

n = número total de aparatos servidos

ks = coeficiente de simultaneidad

qi = caudal mínimo de los aparatos suministrados

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 con valores de demanda superiores

En la tabla 1 se presenta la demanda de caudales instantáneos por cada aparato sanitario, como también la presión y el diámetro de las tuberías, todos estos parámetros fueron recomendadas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 capítulo 16 en lo que respecta al dimensionamiento del sistema de suministro de agua.

Tabla 1 Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/seg)	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 cocina	0,20	5,0	2,0	16
Fuentes para beber	0,10	3,0	2,0	16
Grifo para manguera	0,20	7,0	3,0	16
Inodoro con depósito	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, o hidromasaje doméstico	1,00	15,0	10,0	25

Fuente: NEC-11. Norma Hidrosanitaria NHE Agua. Cap 16. Tabla 16.1.

Para calcular el coeficiente de simultaneidad para varias viviendas, casas, o departamentos semejantes pertenecientes a un mismo predio o complejo habitacional se utiliza la (Ec.3) y el caudal máximo probable de estas viviendas con la (Ec. 4) [13].

$$kss = \frac{19 + N}{10 * (N + 1)}$$

(Ec. 3)

$$QMP = ks * kss * \sum Qi$$

(Ec. 4)

Donde:

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

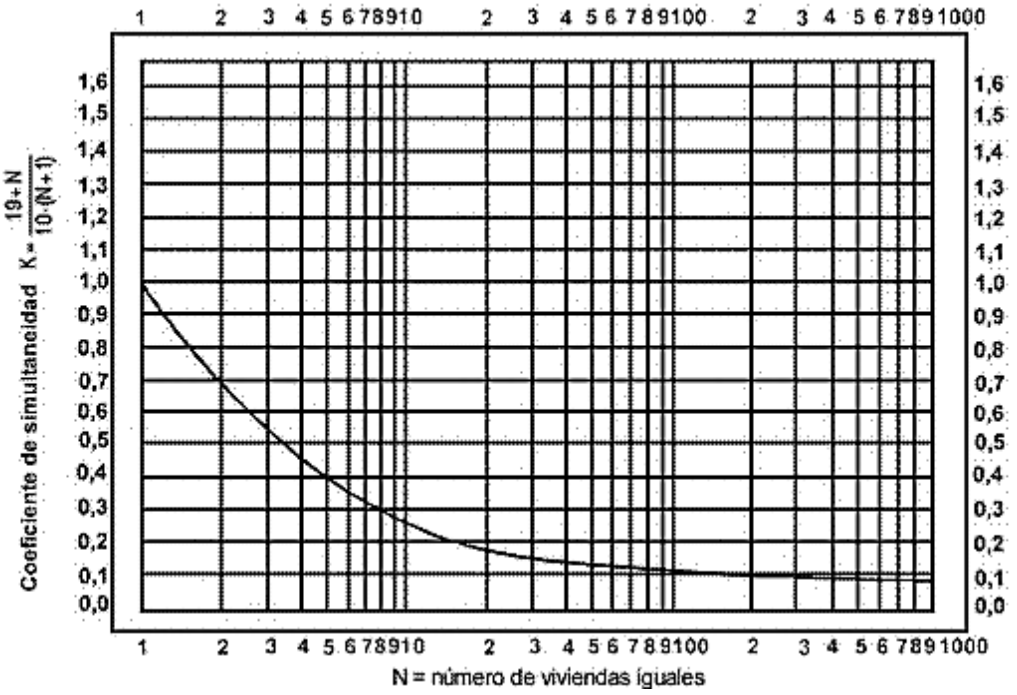
ks = simultaneidad para el número de aparatos de la vivienda tipo.

kss = simultaneidad entre viviendas, casas y departamentos iguales.

Qi = caudal instalado por vivienda.

En la figura 1 se detalla la curva de simultaneidad utilizada para más de una vivienda perteneciente a la (Ec. 3).

Figura 1 Curva de simultaneidad para más de una vivienda.



Fuente: PANCORBO F. La simultaneidad en los consumos de agua en las instalaciones.

2.1.6 Presión de fluidos en movimiento

En un fluido en movimiento se pueden identificar diversos tipos de presiones como la presión estática: se presenta cuando un cuerpo se sumerge en un fluido, éste ejerce una fuerza perpendicular a la superficie del cuerpo en cada punto de la superficie; y la presión dinámica: la que se produce por el efecto de la velocidad del fluido. En un fluido estática la presión dinámica es cero. La presión dinámica depende de la velocidad y la densidad del fluido [14].

Para un óptimo funcionamiento de los aparatos sanitarios, la red interior deberá cumplir con las condiciones normales de funcionamiento, provea los caudales instantáneos mínimos y a las presiones dadas en la tabla 1.

Respecto a las presiones de agua suministradas dentro del domicilio se enfatiza en lo siguiente:

a) Si la presión disponible en la red de suministro es insuficiente, debe proveerse de un sistema de bombeo con tanque bajo y tanque alto o de un sistema de bombeo mediante un equipo de presión.

b) La presión en cualquier nudo de consumo no deberá ser mayor que 50 m.c.a. (71.12 psi); y, siempre se deberá tomar en cuenta la presión residual recomendada por el fabricante del aparato a instalar.

c) Se debe exigir que toda tubería y accesorio instalado en la red interior pueda resistir la presión de 150 m.c.a., en cuyo valor se garantiza la resistencia a la presión de servicio y la provocada por fenómenos transitorios o golpes de ariete que se pudieran generar en el sistema [13].

2.1.6 Dotación

La producción de agua para satisfacer las necesidades de la población y otros requerimientos, se fijará en base a estudios particulares de cada población, considerando:

a) Las condiciones climáticas del sitio

b) Las dotaciones fijadas para los distintos sectores de la ciudad, considerando las necesidades de los distintos servicios públicos

c) Las necesidades de agua potable para la industria

d) Los volúmenes para la protección contra incendios

e) Las dotaciones para lavado de mercados, camales, plazas, calles, piletas, etc.

f) Las dotaciones para riego de jardines

g) Otras necesidades, incluyendo aquellas destinadas a la limpieza de sistemas de alcantarillado, etc [10].

A falta de datos, y para estudios de factibilidad, se podrán utilizar las dotaciones indicadas en la tabla 2:

Tabla 2 Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (L/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
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable. Tabla V.3

En la tabla 3 se presentan las dotaciones recomendadas con respecto a la tipología de las edificaciones a ser suministradas:

Tabla 3 Dotaciones para edificaciones de uso específico

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Bloques de viviendas	L/hab/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m^2 área útil/día	40 a 60
Camales y planta 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/aparato 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 fábricas	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: NEC-11. Norma Hidrosanitaria NHE Agua. Cap 16. Tabla 16.2

2.1.7 Variación de consumo

La demanda está sujeta a variaciones interanuales, estacionales, semanales y diarias. La variación interanual se expresa por la evolución de la demanda durante varios años debida a la dinámica de la población, alteraciones en su estilo de vida y, recientemente, por el cambio climático. La variación estacional se influye por las diferencias en el clima en las estaciones del año; y la variación semanal muestra carácter cíclico con cierto patrón diario, que es similar entre un día y otro, con algunas diferencias para los fines de semana y días festivos [15].

2.1.8 Factores que afectan al consumo de una comunidad

Los factores que afectan al consumo per-cápita de una comunidad tienen un gran interés, ya que su evaluación aproximada permitirá prever, hasta cierto punto, el orden de magnitud de los caudales de abastecimiento. Los más importantes son los siguientes:

a) El nivel de vida, que incidirá en el uso de aparatos electrodomésticos y en una higiene y limpieza más refinados. El consumo será mayor cuanto mayor sea el nivel de vida.

b) El tamaño de la población, relacionado con la calidad de servicio, tanto de abastecimiento como saneamiento. El consumo será mayor a mayor tamaño de la población.

c) La calidad del sistema de abastecimiento, que al aumentar incrementará el consumo.

d) La importancia de sus zonas industriales y comerciales, que cuanto mayores sean mayor será el consumo.

e) La urbanización de la ciudad, en cuanto a la existencia de mayores superficies de zonas verdes, si la urbanización es predominantemente extensiva (horizontal), con jardines particulares, o menores si es intensiva (vertical), con grandes bloques de pisos.

f) Las condiciones climáticas, puesto que el consumo será tanto mayor cuanto más cálido sea el clima (acondicionadores de aire, mayores necesidades de riego, etc.).

g) El precio del agua, que si es alto propiciará un menor consumo.

h) La calidad de agua suministrada, que cuanto mejor sea mayor será su consumo.

i) El estado de la red de distribución, que afectará a las fugas y pérdidas de agua [16].

2.1.9 Consumo promedio diario anual (Qm)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per-cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (L/seg); se determina mediante la relación establecida en la (Ec. 5) [10] [17]:

$$Qmd = \frac{Pf * dotación\ (d)}{86400\ seg/día}$$

(Ec. 5)

Donde:

Qmd = Consumo promedio diario (L/seg).

Pf = Población futura (hab).

d = Dotación (L/hab/día).

A su vez, también puede ser obtenido como el promedio de los consumos diarios registrados de una localidad durante un año de mediciones consecutivas [18].

2.1.10 Caudales máximos diarios

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año y se calcula con la (Ec. 6) [10] [17]:

$$QMD = K1 * Qmd$$

(Ec. 6)

Donde:

QMD = Consumo máximo diario (L/seg).

K1 = Coeficiente de variación de consumo máximo diario.

Qmd = Consumo promedio diario (L/seg).

2.1.11 Caudales máximos horarios

El consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo del día de máximo consumo y se calcula con la (Ec. 7) [10] [17]:

$$QMH = K2 * QmD$$

(Ec. 7)

Donde:

QMH = Consumo máximo horario (L/seg).

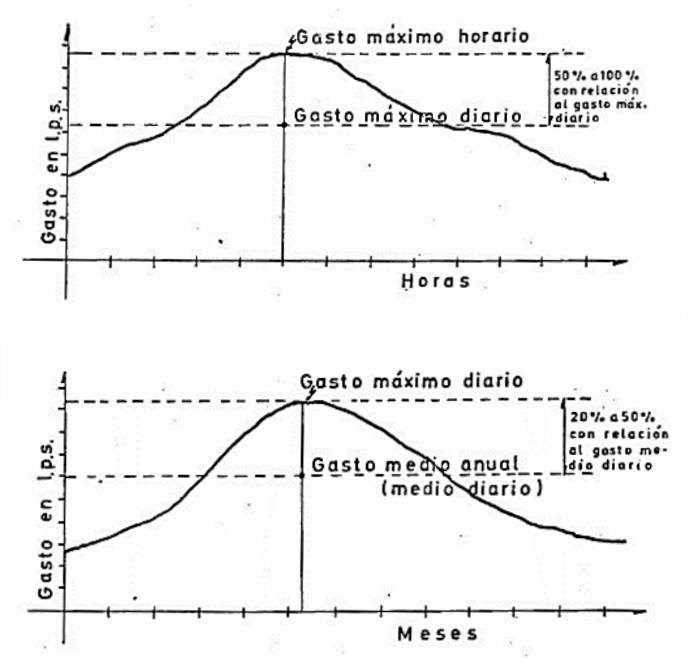
K2 = Coeficiente de variación de consumo máximo horario.

Qmd = Consumo promedio diario (L/seg).

2.1.12 Coeficientes de variación diaria y horaria

Expresan la relación entre el gasto máximo y el gasto medio que conduciría la tubería, que se utiliza ante todo para revisar la capacidad de la tubería de diseño [15].

Figura 2 Coeficientes de variación de consumo



Fuente: RODRIGUEZ P. Variación de consumo – Sistema de agua potable

Los coeficientes de variación del consumo máximo diario y consumo máximo horario se deben establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. En el caso de no disponer de los estudios necesarios se recomienda utilizar los siguientes valores: [10]

a) Coeficiente de variación del consumo máximo diario

$$K1 = 1{,}3 - 1{,}5$$

b) Coeficiente de variación del consumo máximo horario

$$K2 = 2{,}0 - 2{,}3$$

2.1.13 Medidores de caudal

2.1.13.1 Macromedición

La macromedición representa la cuantificación de los caudales captados, tratados, conducidos y distribuidos; actividades fundamentales para la planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de los sistemas de agua potable [19].

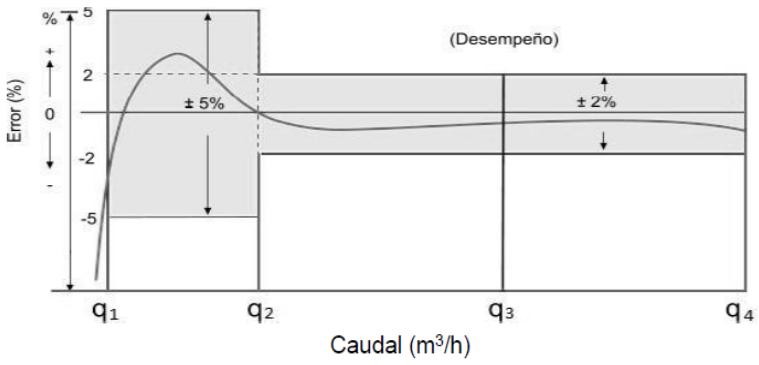
2.1.13.2 Micromedición

La micromedición estima el volumen consumido de agua de cada usuario con fines de facturación, es la forma eficaz para racionalizar el consumo de agua y permite sabes con exactitud la cantidad de agua que se produce y suministra a la red de distribución y la que es consumida por los usuarios, para conservar un equilibrio adecuado entre la oferta y la demanda de agua.

La micromedición es llevada a cabo con la instalación y lectura, a cada usuario, de medidores o equipos de medición. Acorde a la precisión de estos aparatos se puede conocer con mayor aproximación el consumo real de un suscriptor. La información de micromedición proporciona una evaluación permanente de la eficiencia y la calidad en el suministro de agua potable [19].

Los medidores de agua se diseñan de acuerdo con el caudal de mínimo Q1, caudal de transición Q2, caudal permanente Q3 y caudal máximo Q4. Todo medidor tiene un error de medición. La figura 3 detalla una curva típica de precisión en la cual debe funcionar un medidor nuevo; este no registra consumos a caudales bajos; a determinado caudal el medidor inicia su movimiento con un error de medición alto; este caudal delimita el caudal de arranque. A medida que el caudal incrementa el medidor registra una reducción del error de medición y llega a tomar errores positivos de registro marcando el error máximo permisible de Q1, hasta su equilibrio. Entre Q1 y Q2 se reduce el nivel de error y se ajusta al nivel de error de funcionamiento, registrado entre Q2 y Q4 [1].

Figura 3 Curva característica del medidor nuevo de agua potable



Fuente: MANCO D. Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial.

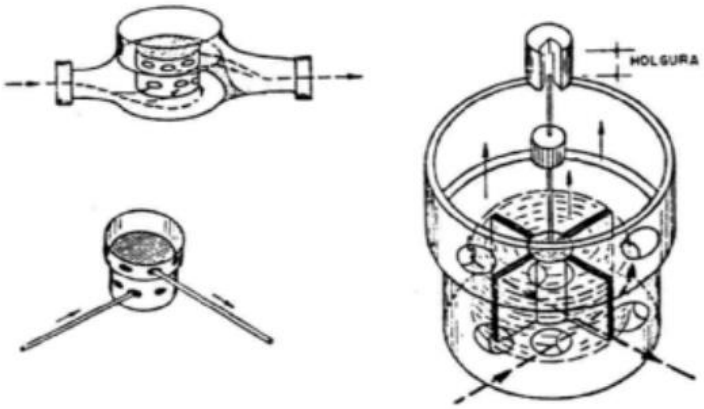
2.1.13.2.1 Tipos de medidores

Estos medidores se clasifican de acuerdo a su mecanismo de funcionamiento:

a) Medidor de chorro múltiple

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de turbina que gira alrededor de su eje perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro se divide e incide en varios puntos de la periferia del rotor [14].

Figura 4 Medidor de chorro múltiple

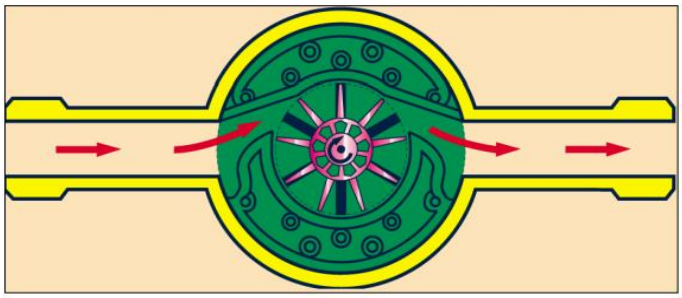


Fuente: LARA J. "Evaluación de la calidad de micromedidores domiciliarios de agua", UAEM – IMTA, Enero 1993

b) Medidor de chorro único

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de turbina que gira alrededor de su eje, perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro incide en un solo punto de la periferia del rotor [14].

Figura 5 Medidor chorro único

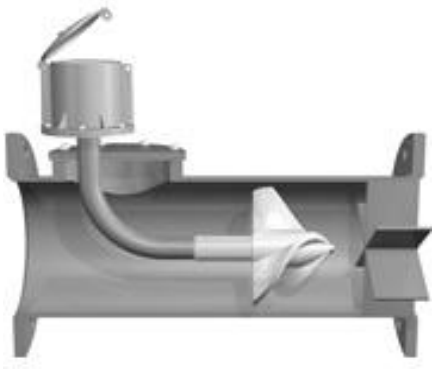


Fuente: ACTARIS, "Actaris división agua", presentación Coloquio de medición.

c) Medidor tipo hélice

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de álabes helicoidales que gira alrededor del eje del flujo, que se presenta en el interior del medidor [14].

Figura 6 Medidor tipo hélice



Fuente: IMA, Especificaciones para medidores de flujo de hélice McCrometer.

d) Medidor volumétrico

Dispositivo conectado a un conducto cerrado, que consiste de una cámara de volumen conocido y un mecanismo operado por el flujo de agua donde esta cámara es sucesivamente llenada y descarga. El movimiento de un elemento móvil es transmitido mecánicamente, o por otros medios, a un contador que registra el número de los volúmenes que pasan a través del dispositivo indicador, que totaliza el volumen de agua que ha pasado por el medidor [14].

Figura 7 Funcionamiento del medidor volumétrico tipo pistón oscilante

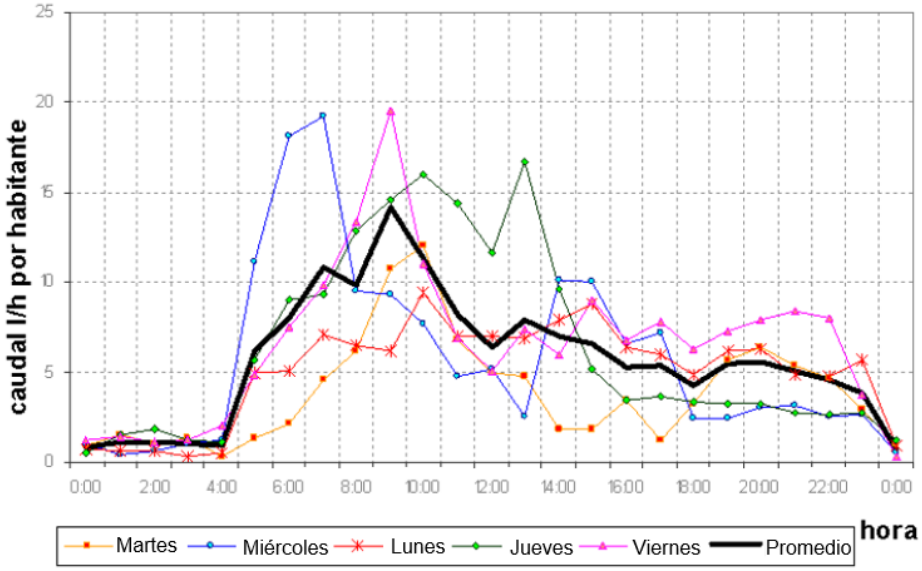


Fuente: MAPAS, Sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo.

2.1.14 Curva de consumo de agua potable

La curva de consumo de consumo representa la conducta de consumo de agua en una vivienda, es la representación de la relación entre el caudal de agua que se está consumiendo por habitante y/o usuarios y la hora a la que se produce dicho consumo. La gráfica proporciona información útil para conocer la cantidad de agua que se debe producir y suministrar a la red de distribución y la que es consumida por los usuarios. Esta curva es representativa de cada lugar y depende de los hábitos de consumo, tipo de vivienda, clima, clase social, número de habitantes, época del año, etc. Es decir, cada localidad tiene su propia característica [19].

Figura 8 Curva de consumo diario de agua potable

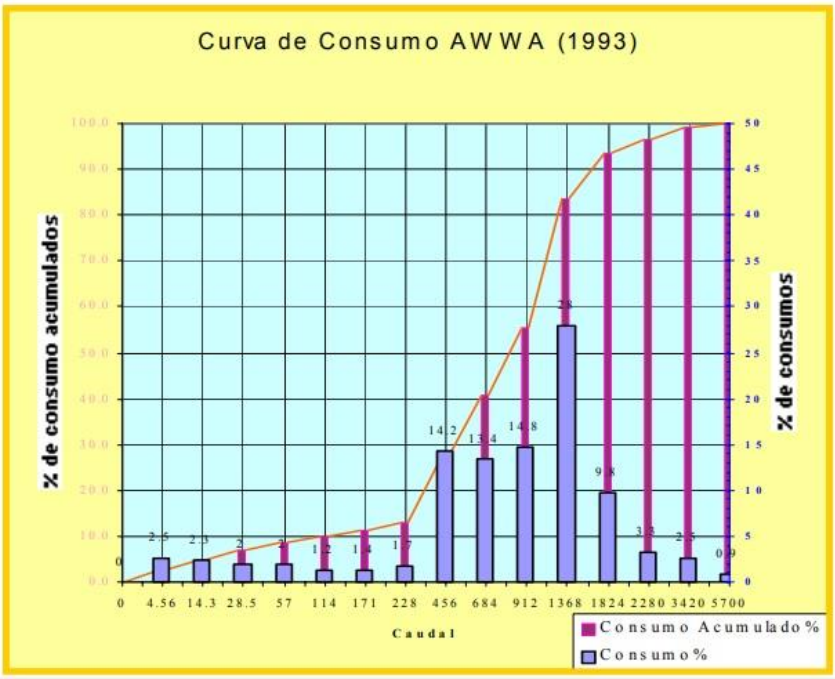


Fuente: BASTIDAS D. Caracterización y estimación de consumos de agua de usuarios residenciales. Caso de estudio: Bogotá, 2009.

2.1.15 Curva patrón de consumo de usuarios

La curva de consumo clasificada o patrón de consumo de usuarios caracteriza las frecuencias de consumo instantáneo de todos los consumidores de una localidad, se construye asignando a cada rango de caudales el porcentaje de volúmenes sobre el total consumido dentro de cada intervalo. Esta curva proporciona información útil para el diseño de redes, dimensionamiento de medidores y cálculo de error de medición. Al igual que la curva de consumo de agua potable, el patrón de consumo también es característico de cada localidad [20].

Figura 9 Curva Patrón de Consumo



Fuente: SUNASS, Evaluación del desempeño de medidores domiciliarios y estimación del error de medición en el sistema de agua potable de la ciudad de Lima y Callao.

2.1.16 Sistema de información geográfica (SIG)

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

Las soluciones para muchos problemas frecuentes requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar, manipular información usando geografía, analizar patrones, relaciones, y tendencias en la información, todo con el interés de contribuir a la toma de mejores decisiones.

La utilización de un Sistema de Información Geográfica trae consigo importantes beneficios en los que destacan:

a) Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas en corto tiempo, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos, así como su administración y mantenimiento.

b) Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, con información exacta, actualizada y centralizada.

c) Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas.

d) Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que esté relacionada con la base de datos nativa u original [21].

2.1.17 Georreferenciación de datos

La georreferenciación es un proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra. La georreferenciación se utiliza frecuentemente en los sistemas de información geográfica (SIG) para relacionar información vectorial e imágenes raster de las que se desconoce la proyección cartográfica, el sistema geodésico de referencia, o las distorsiones geométricas que afecta la posición de datos [22].

2.2 Hipótesis

a) Hipótesis nula H_0:

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del cantón Ambato no influye en la curva de consumo diario.

b) Hipótesis alternativa H_A:

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del cantón Ambato influye en la curva de consumo diario.

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1 Variable independiente

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del Cantón Ambato

2.3.2. Variable dependiente

Curva de consumo diario

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipo de investigación

Investigación de Campo: Enfatiza en el estudio de los hechos en el lugar en el que se produce. Este estudio alcanza este nivel de investigación debido a que la cantidad diaria de agua potable requerida por los residentes del sector Atocha-Ficoa del cantón Ambato es desconocida, por tal motivo se realiza la recolección de información de la cantidad de agua consumida diariamente en metros cúbicos en las edificaciones que conformarán la muestra, a su vez, se determinarán las características físicas y socio-económicas del domicilio y la cuantificación del número de habitantes por inmueble.

Investigación Analítica: Se realizará la tabulación de datos recolectados en campo, procesamiento de la información e interpretación de los resultados por medio de representaciones gráficas que reflejen el comportamiento en el uso del servicio de agua potable en la zona de estudio.

Investigación Descriptiva: Se pretenden establecer los hábitos de consumo de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del cantón Ambato mediante curvas características de consumo, como también determinar la demanda per-cápita e identificar el grado de eficiencia en la utilización del recurso agua.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

El presente estudio se desarrollará en la parroquia urbana Atocha – Ficoa del Cantón Ambato, la misma que cuenta con 3925 predios urbanos inscritos según la Dirección de Catastros y Avalúos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato.

3.2.2 Muestra

Para la muestra de la investigación se tomaron en cuenta 100 predios urbanos. El valor de predios urbanos fue seleccionado por el Muestreo no probabilístico por decisión de expertos, el cual se conforma por sugerencia de personas conocedoras del problema de investigación, son las autoridades en la materia y saben quiénes deben ser investigados [23].

Del número total de predios urbanos inscritos seleccionados se trabajará con una muestra que comprende aproximadamente el 3%. Se consideró este porcentaje de acuerdo 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 a todas las parroquias urbanas y rurales, con el fin de obtener el coeficiente de consumo correspondiente a cada una de estas.

b) La población del cantón Ambato está integrada por 83235 predios urbanos según la Dirección de Catastros y Avalúos, por tal motivo el estudio se subdividió en 25 subproyectos que conforman el macro proyecto.

c) Cada subproyecto se enfoca en una parroquia en particular. El presente estudio está enfocado en la parroquia urbana Atocha – Ficoa.

d) La intención de cada subproyecto es abarcar una muestra representativa de la totalidad de los predios correspondiente al 3%, es decir 2498 predios.

e) Distribuyendo los 2498 predios entre 25 subproyetos, cada uno de ellos contemplarán 100 predios.

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variable independiente

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del Cantón Ambato

Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Cantidad de agua requerida en las tomas para consumo de una localidad o área de proyecto, considerando los diferentes usuarios (domésticos, comerciales, industriales, turísticos, entre otros), más las pérdidas físicas del sistema [9].	Agua potable requerida	Volumen de agua potable consumida	¿Cuál es el volumen de agua consumida diariamente por los residentes de la zona de estudio?	Observación, registro de lecturas de los medidores de agua potable.
	Aparatos Sanitarios	Número de aparatos sanitarios	¿Cuántos aparatos sanitarios posee la vivienda?	Encuesta a los propietarios de las viviendas.
	Usuarios	Cantidad de usuarios	¿Cuántos usuarios habitan en el inmueble?	Encuesta a los propietarios de las viviendas.

Realizado por: Andrés Jordán.

3.3.2 Variable dependiente

Curva de consumo diario

Tabla 5 Operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Es la representación de la relación entre el caudal de agua que se está consumiendo por habitante y/o usuarios y la hora a la que se produce dicho consumo [19].	Caudal	Variaciones	¿Cuál es la variación del caudal consumido a través del tiempo?	Curvas patrón de consumo de agua potable
		Caudal máximo diario	¿Cuál es el caudal máximo diario suministrado en la zona de estudio?	Curvas patrón de consumo de agua potable
	Usuarios	Dotación per-cápita	¿Cuál es la dotación per-cápita de agua potable para los usuarios de la zona de estudio?	Procesamiento de información y análisis de resultados
	Tiempo	Día de mayor consumo	¿Cuál es el día de mayor consumo de agua potable?	Curva de consumo diario de agua potable
		Horas de mayor consumo	¿Cuál es la hora de mayor consumo de agua potable?	Curva de consumo diario de agua potable

Realizado por: Andrés Jordán.

3.4 Plan de recolección de información

Tabla 6 Plan de recolección de información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Para determinar la demanda de agua potable
2. ¿De qué personas u objetos?	Usuarios
3. ¿Sobre qué aspectos?	Cantidad de agua potable consumida diariamente
4. ¿Quién?	Andrés Sebastián Jordán López como autor del presente estudio y el Ing. Mg. Geovanny Paredes como tutor del mismo.
5. ¿Dónde?	En la parroquia urbana Atocha – Ficoa del cantón Ambato
6. ¿Con qué técnicas e instrumento?	Observación de la demanda diaria en los medidores de la zona de estudio. Encuesta a los propietarios de los inmuebles.

Realizado por: Andrés Jordán.

3.5 Plan de procesamiento y análisis

a) Organización y revisión detallada de la información recolectada en campo: volumen de agua consumida diariamente por los inmuebles de la zona de estudio, encuestas respondidas por los residentes y presión con la que es suministrada el agua, con el fin de disponer de datos confiables y reales.

b) Tabulación de datos en hojas de cálculo en Excel según las variables de la hipótesis.

c) Representación gráfica de las demandas de agua potable mediante curvas que reflejen el comportamiento ante su utilización diaria.

d) Análisis e interpretación de los resultados estadísticos en base a gráficos.

e) Georreferenciación de resultados obtenidos a fin de relacionar su posicionamiento espacial.

f) Comprobación del cumplimiento de la hipótesis: La demanda de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del cantón Ambato influye en la curva de consumo diario.

g) Establecimiento de conclusiones en base a los objetivos descritos y proposición de recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

4.1.1 Descripción del sector

La parroquia Atocha – Ficoa es una de las 9 parroquias urbanas que conforman la estructura política-administrativa de Ambato, se encuentra ubicada en la zona centro – norte de la ciudad con una superficie de 397.366 hectáreas de extensión.

La parroquia está delimitada de la siguiente manera: al Sur, al Oeste y al Norte, con el límite urbano, es decir, pariendo del río Ambato, desde la Bocatoma de la Planta Eléctrica Municipal de Tilulún, en una línea imaginaria hacia el Oeste, de modo que abarque la zona denominada "El Sueño Ficoa", hasta dar con la acequia "Chacón Sevilla", por la que se sigue aguas abajo en todo su recorrido, hasta la carretera a la parroquia rural Atahualpa; siguiendo por esta carretera en dirección Oeste- Este hasta la intersección con la antigua Panamericana Norte por la que se sigue en su margen derecha Occidental hasta el puente "El Socavón", de allí se sigue por el margen izquierdo Occidental del río Ambato agua arriba hasta encontrarnos nuevamente con la Bocatoma de la Planta Eléctrica Municipal Tilulún; al Este las parroquias urbanas La Merced, San Francisco y La Matriz [24].

En la figura 10 se aprecia la zona que abarca la parroquia urbana Atocha – Ficoa del Cantón Ambato, la dispersión de la muestra se realizó como se aprecia en la figura 11 con el fin de abarcar toda la zona de estudio. Los inmuebles fueron seleccionados centrándose en los de tipo residencial cuya medición de volumen consumido se realiza por medio de micromedidores de ½".

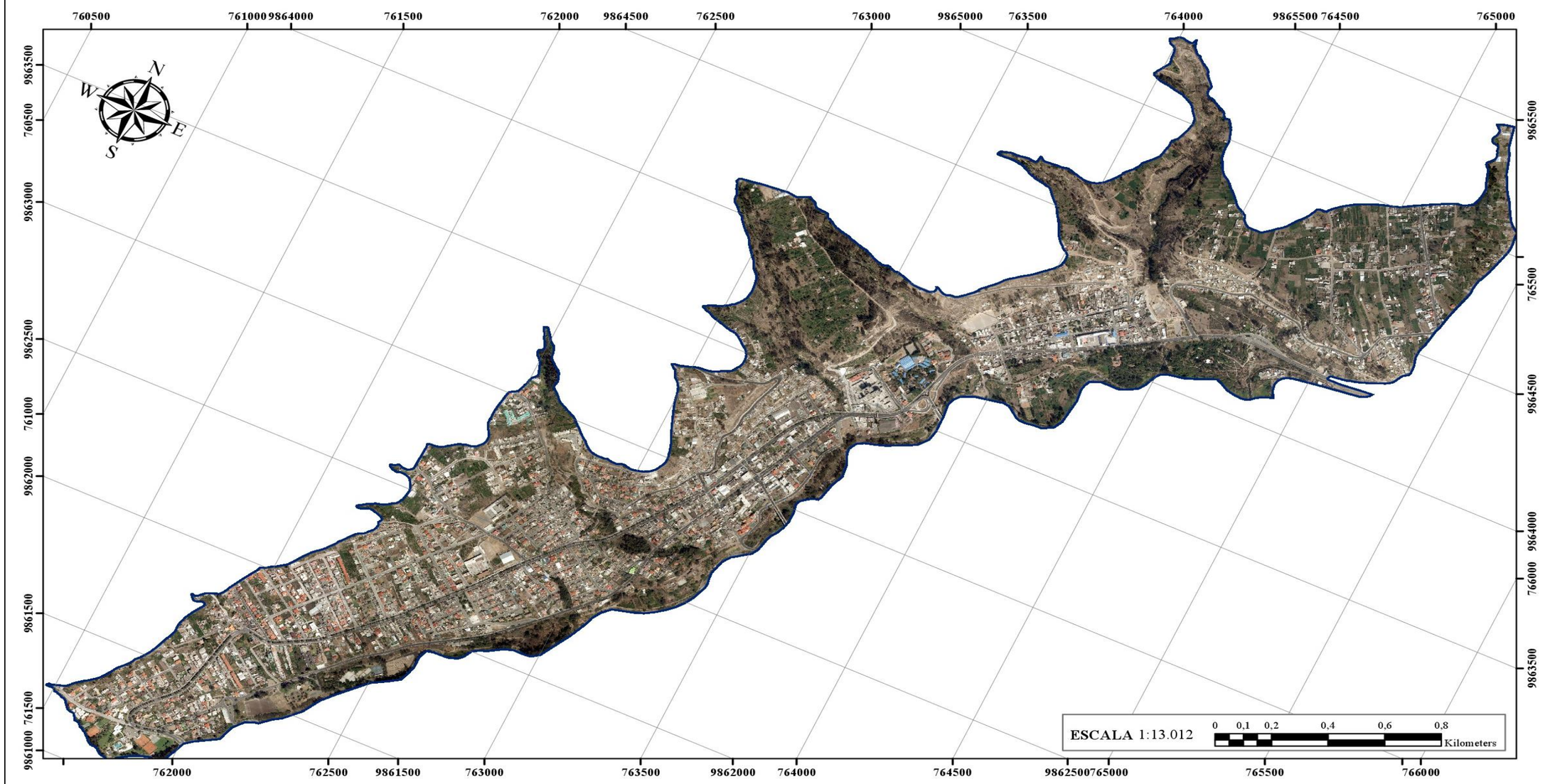
Figura 10 Área del proyecto

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 DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

ÁREA DEL PROYECTO



Realizado por: Andrés Jordán

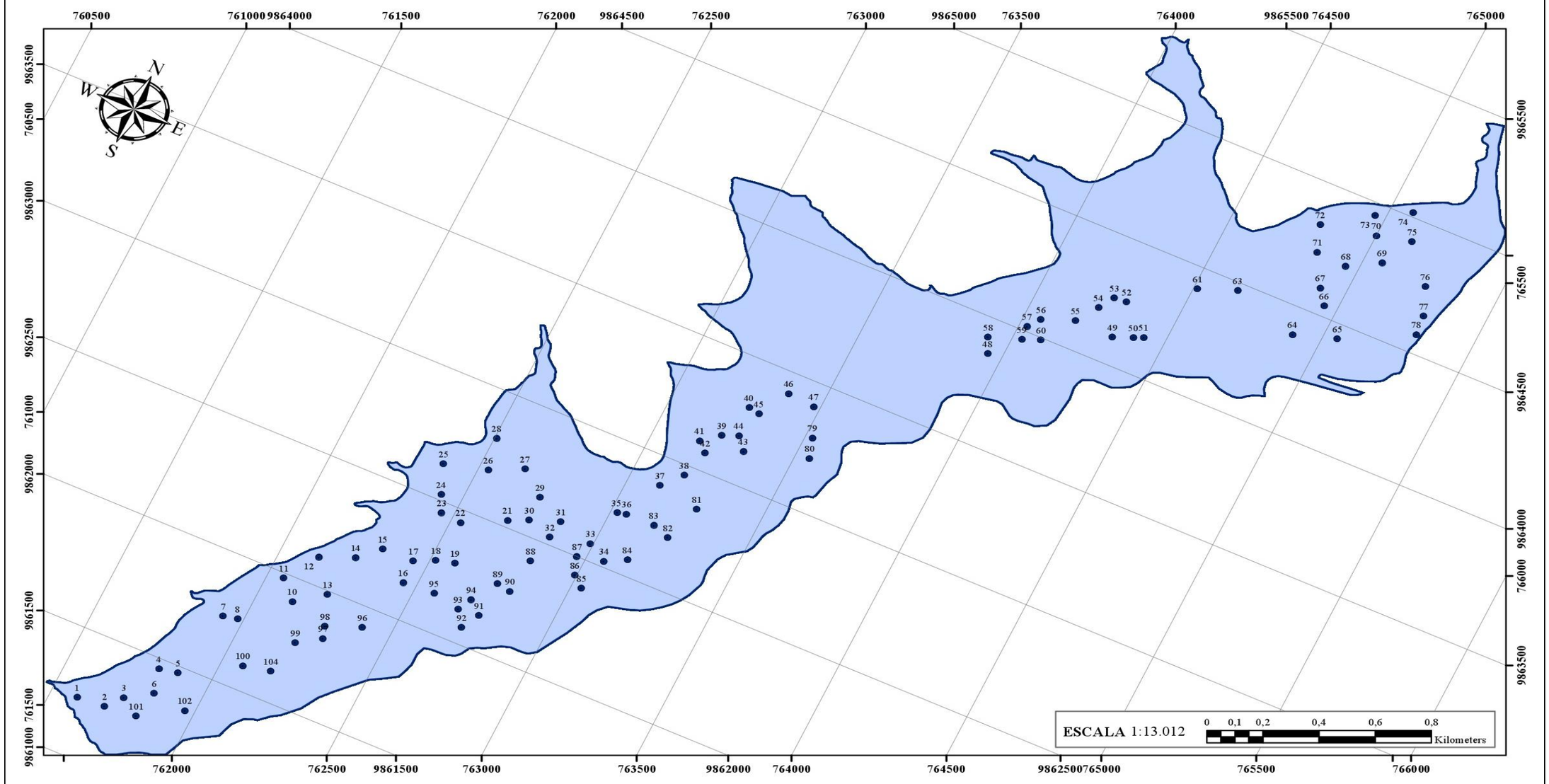
Figura 11 Localización de usuarios en la zona

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 DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

LOCALIZACIÓN DE USUARIOS EN LA ZONA

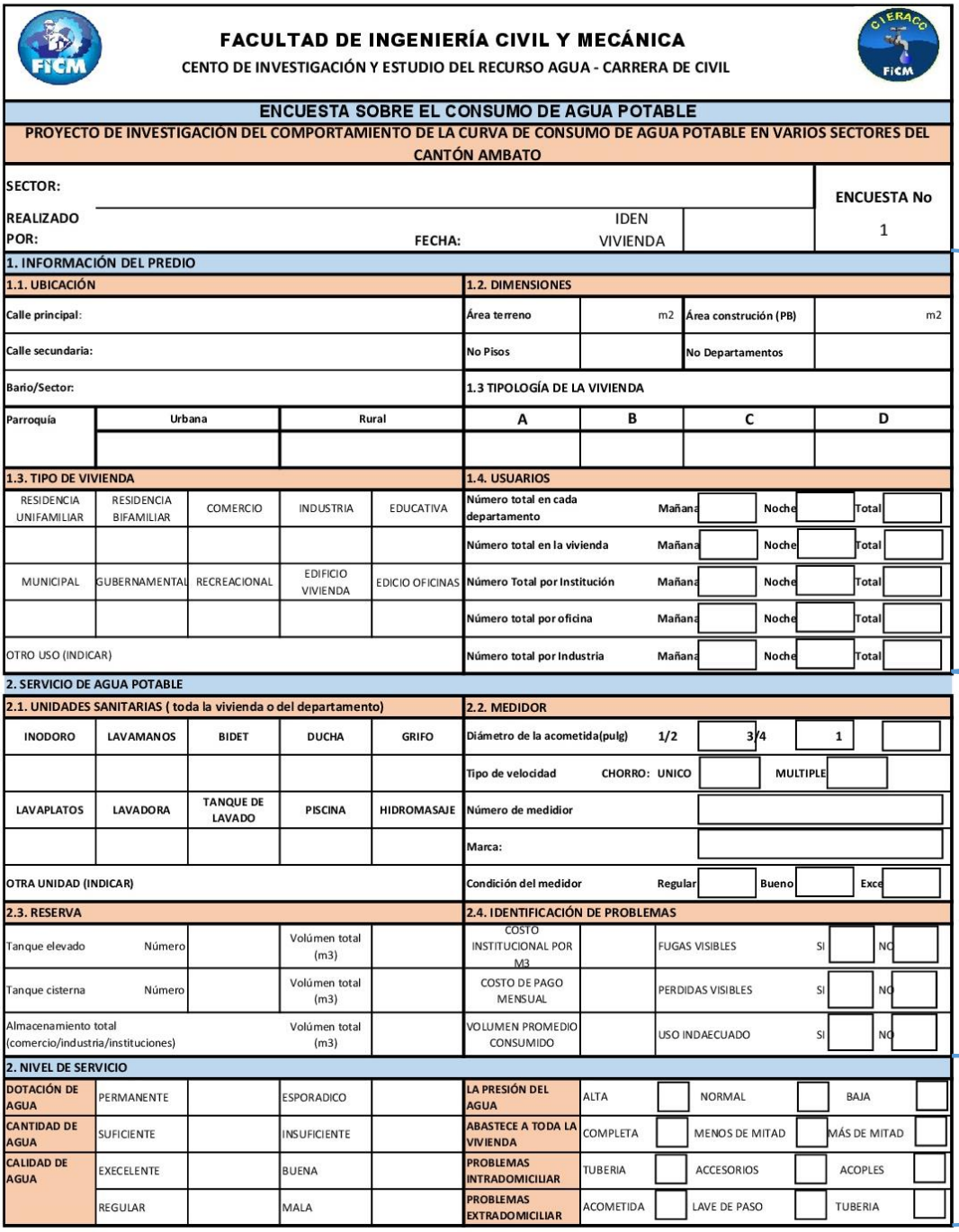


Realizado por: Andrés Jordán

4.1.5 Encuesta a usuarios residenciales

Los consumidores de los predios que conforman la totalidad de la muestra proporcionaron información importante para el desarrollo de la presente investigación. Las encuestas fueron realizadas una vez terminado el registro de las lecturas diarias de los micromedidores y cuya estructura se detalla a continuación:

Figura 12 Formato de encuesta



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CENTO 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 1

REALIZADO POR: | FECHA: | IDEN VIVIENDA

1. INFORMACIÓN DEL PREDIO

1.1. UBICACIÓN

Calle principal:

Calle secundaria:

Bario/Sector:

Parroquía	Urbana	Rural

1.2. DIMENSIONES

Área terreno	m2	Área construción (PB)	m2
No Pisos		No Departamentos	

1.3 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA

A	B	C	D

1.3. TIPO DE VIVIENDA

RESIDENCIA UNIFAMILIAR	RESIDENCIA BIFAMILIAR	COMERCIO	INDUSTRIA	EDUCATIVA
MUNICIPAL	GUBERNAMENTAL	RECREACIONAL	EDIFICIO VIVIENDA	EDICIO OFICINAS
OTRO USO (INDICAR)				

1.4. USUARIOS

Número total en cada departamento	Mañana		Noche		Total
Número total en la vivienda	Mañana		Noche		Total
Número Total por Institución	Mañana		Noche		Total
Número total por oficina	Mañana		Noche		Total
Número total por Industria	Mañana		Noche		Total

2. SERVICIO DE AGUA POTABLE

2.1. UNIDADES SANITARIAS (toda la vivienda o del departamento)

INODORO	LAVAMANOS	BIDET	DUCHA	GRIFO
LAVAPLATOS	LAVADORA	TANQUE DE LAVADO	PISCINA	HIDROMASAJE
OTRA UNIDAD (INDICAR)				

2.2. MEDIDOR

Diámetro de la acometida(pulg)	1/2		3/4		1		
Tipo de velocidad	CHORRO:	UNICO		MULTIPLE			
Número de medidior							
Marca:							
Condición del medidor	Regular		Bueno		Exce		

2.3. RESERVA

Tanque elevado	Número		Volúmen total (m3)	
Tanque cisterna	Número		Volúmen total (m3)	
Almacenamiento total (comercio/industria/instituciones)			Volúmen total (m3)	

2.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

COSTO INSTITUCIONAL POR M3		FUGAS VISIBLES	SI		NO		
COSTO DE PAGO MENSUAL		PERDIDAS VISIBLES	SI		NO		
VOLUMEN PROMEDIO CONSUMIDO		USO INDAECUADO	SI		NO		

2. NIVEL DE SERVICIO

DOTACIÓN DE AGUA	PERMANENTE		ESPORADICO		LA PRESIÓN DEL AGUA	ALTA		NORMAL		BAJA	
CANTIDAD DE AGUA	SUFICIENTE		INSUFICIENTE		ABASTECE A TODA LA VIVIENDA	COMPLETA		MENOS DE MITAD		MÁS DE MITAD	
CALIDAD DE AGUA	EXECELENTE		BUENA		PROBLEMAS INTRADOMICILIAR	TUBERIA		ACCESORIOS		ACOPLES	
	REGULAR		MALA		PROBLEMAS EXTRADOMICILIAR	ACOMETIDA		LAVE DE PASO		TUBERIA	

A

B

C

Fuente: CIERACC, Centro de Investigación y Estudio del Recurso Agua de la Carrera de Ingeniería Civil.

a) En el encabezado consta el nombre de la universidad, nombre del macro proyecto, el sector de estudio, la persona quien realiza las encuestas, fecha y número de encuesta.
b) En la sección A se muestra la información del predio en el que se describirá la ubicación del predio, dimensionamiento y configuración física del inmueble, tipología y el número de consumidores que habitan en la edificación.
c) En la sección B se detallan datos sobre el servicio de agua potable en el predio, en el que se determinará el número de aparatos sanitarios, características del micromedidor, presencia de reservorios de agua y la identificación de problemas.
d) La sección C consta de información sobre el nivel de servicio en el que se evaluará sobre la dotación, cantidad y calidad de agua como también de los problemas extra e intradomiciliarios.

4.1.2 Medición diaria

En la parroquia Atocha – Ficoa se realizó el registro de lecturas del volumen de agua consumida diariamente en cada uno de los inmuebles con su respectivo respaldo fotográfico (presente en el anexo digital) durante el periodo comprendido entre el 21 de mayo al 19 de julio de 2018 (60 días), aproximadamente en el mismo horario.

Los micromedidores observados en la zona de estudio son en su gran parte medidores de velocidad de chorro múltiple administrados por la EMAPA y de varias marcas en las que predominan las siguientes:

Figura 13 Marcas de micromedidores predominantes en la zona

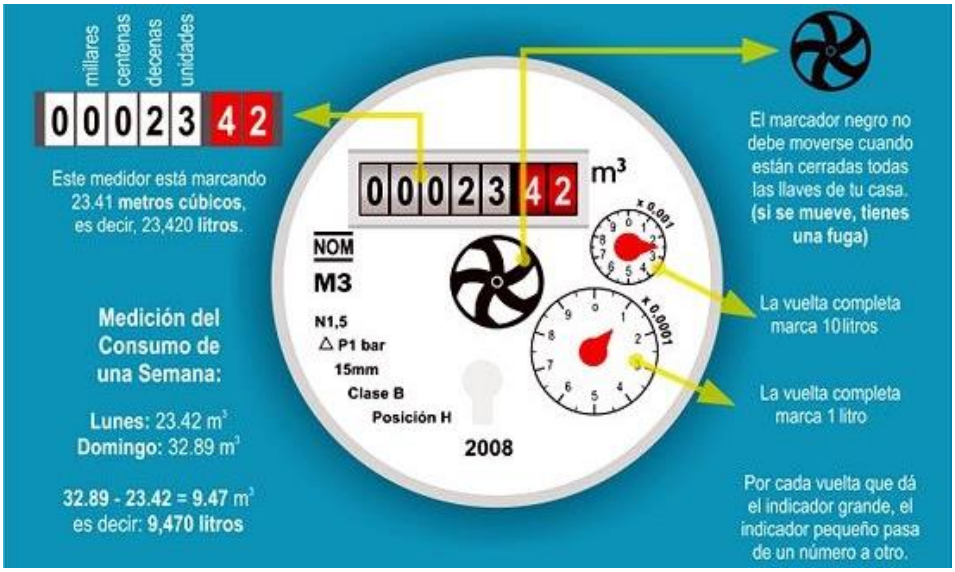
Marca: DH Meters	**Marca:** Itrón	**Marca:** Elster
		

Marca: Zenner	**Marca:** Saga	**Marca:** Actaris
		

Realizado por: Andrés Jordán.

Para la toma de lecturas del medidor se debe localizar el visor del cuadrante donde se muestra el valor en metros cúbicos de agua que ha pasado por el medidor (fondo negro o números de color negro). Los litros contabilizados se pueden observar en el mismo cuadrante (fondo rojo o números de color rojo) o en los indicadores decimales circulares; esto varía en cada marca del micromedidor. Adicionalmente los medidores disponen de estrellas o detectores de fugas, estos no deberán moverse cuando están cerradas todas las llaves del predio; caso contrario se puede asumir la presencia de fugas dentro del inmueble. En la figura 14 se presenta como se realiza un registro adecuado de lecturas en un micromedidor.

Figura 14 Registro de un micromedidor



Fuente: GlobalSTD Certification, 2014.

La toma de lecturas diarias en cada micromedidor se realizó con ayuda del formato presentado en la figura 15.

Figura 15 Formato de registro de volúmenes diarios de agua

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

PERIODO DE MEDICIÓN: MAYO - JULIO 2018
REALIZADO POR: A JORDAN
FECHA DE LECTURA: 21/05/2018 HOJA N°: 1

VALOR DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR UNIDAD HABITACIONAL

COD-MEDIDOR	COORDENADAS		LECTURA m3	CÓDIGO DE FOTO
	E	N		
18UAF1001	761594,981	9861233,606	792,733	M#001F21.05.2018
18UAF1002	761697,886	9861241,142	156,550	M#002F21.05.2018

Realizado por: Andrés Jordán.

En el formato se detalla lo siguiente: el periodo de medición, la fecha en la que se realizó el levantamiento de la información, la codificación de cada micromedidor, coordenadas del predio, registro de lecturas en metros cúbicos y la codificación de la fotografía.

Se realizó la codificación de cada micromedidor con el objeto de facilitar su ubicación en la zona de estudio y el procesamiento de los datos de la totalidad de la muestra. La codificación del micromedidor se muestra en la tabla 7:

Tabla 7 Codificación de micromedidores

CÓDIGO DEL MICROMEDIDOR				
18	**U**	**AF**	**1**	**001**
Corresponde al número de la provincia de Tungurahua	U = parroquia urbana R = parroquia rural	Iniciales de la parroquia de estudio (Atocha – Ficoa)	Número de personas asignadas para realizar el estudio	Número del micromedidor seleccionado como muestra

Realizado por: Andrés Jordán.

4.1.3 Medición horaria

Es de vital importancia realizar un registro de los volúmenes de agua consumidos horariamente por cada día de la semana, con el fin de determinar los hábitos de consumo de los usuarios del predio analizado, además del volumen de máxima demanda y la hora en la que se produce.

El registro horario se realizó mediante la utilización de una cámara Mini USB Wall Charger 1080P HD (figura 16) instalada frente al visor del micromedidor del predio seleccionado, el cual registra el volumen de agua consumido a través del día de manera ininterrumpida durante una semana. Los datos recolectados corresponden del periodo comprendido entre el domingo 15 al domingo 22 de julio de 2018 (7 días) con su respectivo respaldo fotográfico presente en el anexo digital.

Figura 16 Cámara instalada en el micromedidor



Realizado por: Andrés Jordán.

4.1.4 Medición de presiones

El registro de las presiones en el suministro de agua potable determina el nivel de servicio de la red de agua potable existente en la parroquia. La toma de datos de presión de agua potable se realizó mediante la utilización de un manómetro de 200 p.s.i. (figura 17), el cual debe ser conectado en un grifo situado dentro del inmueble y abrirlo a su máxima capacidad.

La toma de datos se realizó en el periodo comprendido entre el lunes 20 de agosto y el domingo 26 de agosto de 2018 en la muestra establecida y aproximadamente en el mismo horario.

Figura 17 Manómetro para líquidos (200 p.s.i.)



Realizado por: Andrés Jordán.

4.2 Análisis de resultados

Posterior a la recolección de datos de campo de las lecturas en medidores de agua y encuestas respondidas por los usuarios de las propiedades, se realizó la tabulación de la información en tablas y gráficos para facilitar el análisis e interpretación de las variables tales como el número de consumidores por inmueble, número de aparatos sanitarios existentes, nivel de servicio en la distribución y presión en el suministro de agua en diferentes puntos de la parroquia.

4.2.1 Encuestas

4.2.1.1 Tipología de vivienda

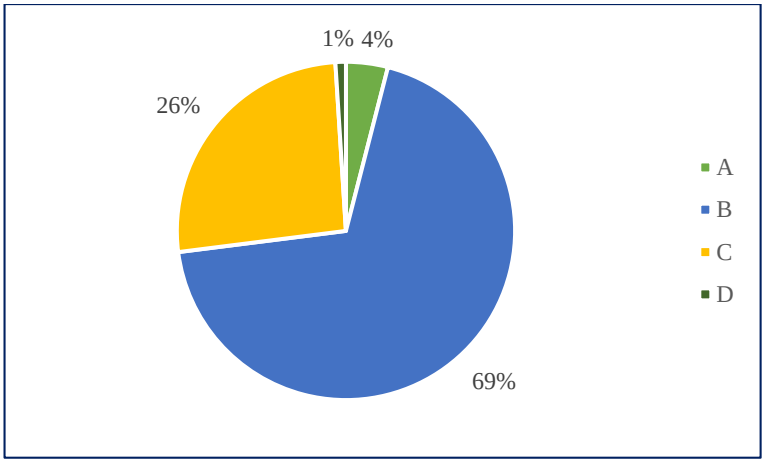
Con el fin de relacionar la demanda de agua potable con las características socio-económicas de cada uno de los predios analizados se procedió a categorizarlos en 4 tipologías: A, B, C y D; siendo el tipo A una propiedad con un nivel socio-económico muy alto que dispone de áreas amplias de construcción y áreas verdes, servicios básicos completos, materiales de construcción y acabados de excelente calidad y de un diseño arquitectónico atractivo; y el tipo D con un nivel socio-económico bajo siendo una propiedad con área de construcción limitada, inadecuada configuración estructural, materiales de construcción y acabados de baja calidad. La calificación de cada uno de las propiedades se llevó a cabo únicamente a criterio del investigador. A continuación, se detalla la información tabulada a cerca de la tipología de los predios:

Tabla 8 Tipología de vivienda

TIPOLOGÍA	A	B	C	D
PORCENTAJE	4%	69%	26%	1%

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 18 Tipología de vivienda



Realizado por: Andrés Jordán.

Según los datos recolectados, la vivienda tipo B es la que predomina en la zona de estudio con un número de 69 inmuebles de los 100 analizados lo que se puede llegar a deducir que el agua es suministrada a una parroquia cuyo nivel socio-económico es alto.

4.2.1.2 Tipo de vivienda

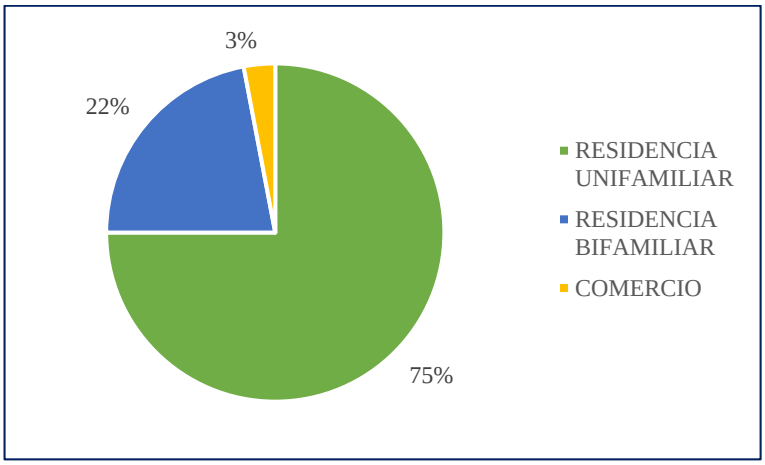
Los predios analizados fueron identificados entre los diversos tipos de inmuebles existentes en la zona: residencia unifamilar, residencia bifamiliar, comercio, industria, educativa, municipal, gubernamental, recreacional, edificio vivienda y edificio de oficinas. De las edificaciones que conforman la muestra tan solo se identificaron residencias unifamiliares, bifamiliares y comercio.

Tabla 9 Tipo de vivienda

TIPO	RESIDENCIA UNIFAMILIAR	RESIDENCIA BIFAMILIAR	COMERCIO
PORCENTAJE	75%	22%	3%

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 19 Tipo de vivienda



Realizado por: Andrés Jordán.

La información levantada refleja que en la parroquia Atocha – Ficoa predominan las residencias unifamiliares, seguido de las residencias bifamiliares, y establecimientos comerciales; lo que significa que el comportamiento típico de demanda de agua potable será reflejado por los hábitos de consumo de los usuarios de las residencias.

4.2.1.3 Número de usuarios

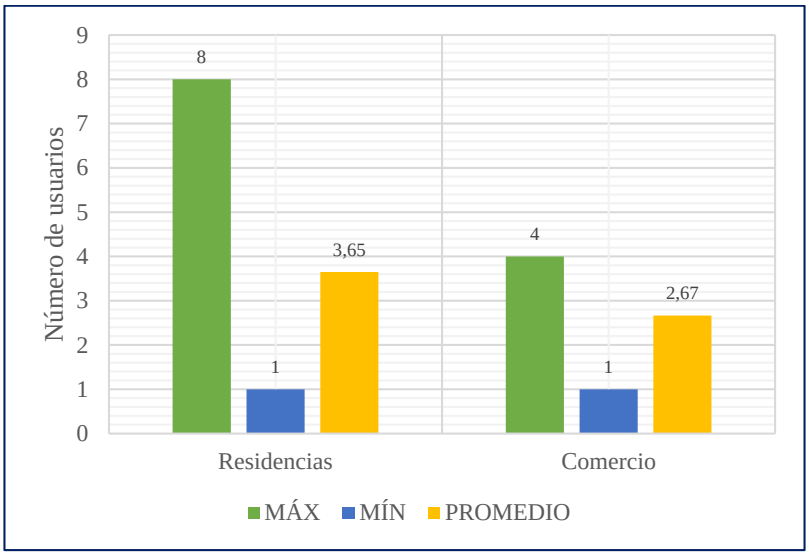
Los habitantes del sector proporcionaron de información sobre el número de personas que residen en sus propiedades. Estos datos son de vital importancia para estimar la demanda de agua potable requerida por el sector y establecer un valor de dotación per-cápita característico exclusivamente para la parroquia Atocha – Ficoa. Es importante mencionar que para el presente estudio predominaron las viviendas de tipo residencial.

Tabla 10 Número de usuarios

	RESIDENCIAS	COMERCIO
MÁX	8	4
MÍN	1	1
PROMEDIO	3,65	2,67

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 20 Número de usuarios en residencias y establecimientos comerciales



Realizado por: Andrés Jordán.

Como resultado general del estudio se observa que el número máximo de habitantes en las residencias es 8 y 1 es el valor mínimo que habitan en este tipo de inmuebles. El promedio de personas es 3,65, tanto para residencias unifamiliares como para bifamiliares. En establecimientos comerciales el número máximo de ocupantes es 4 personas, a su vez, 1 persona es el valor mínimo y un promedio de 2,67 personas por inmueble comercial. En resumen, el mayor número de usuarios y la mayor demanda de agua potable sucederán en las residencias unifamiliares y bifamiliares.

4.2.1.4 Número de unidades sanitarias

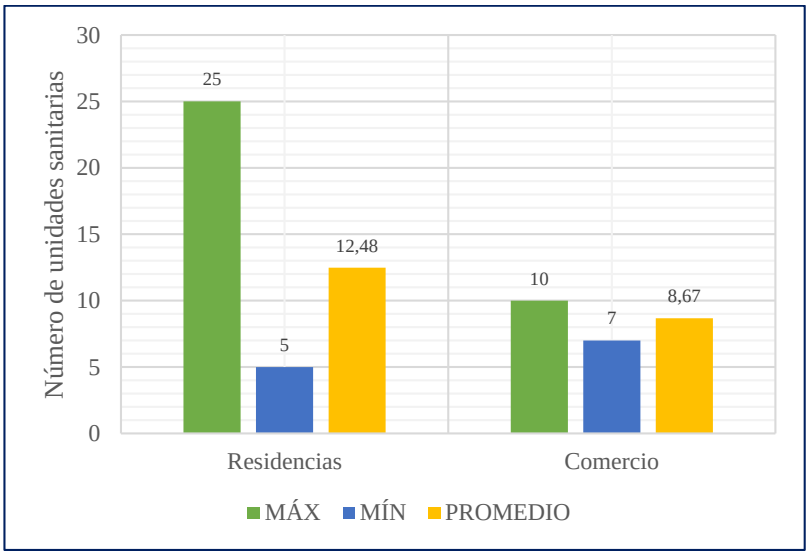
El número de unidades sanitarias instalados en los inmuebles de la zona permite determinar la configuración típica del usuario residencial y comercial.

Tabla 11 Unidades sanitarias en residencias y establecimientos comerciales

	RESIDENCIAS	COMERCIO
MÁX	25	10
MÍN	5	7
PROMEDIO	12,48	8,67

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 21 Unidades sanitarias en residencias y establecimientos comerciales



Realizado por: Andrés Jordán.

En los predios estudiados se determinó que el número máximo de unidades sanitarias en residencias es 25, un mínimo de 5 y un promedio de 12,48 unidades instaladas; en los establecimientos comerciales analizados se encontró que el número máximo es 10, un valor mínimo de 7 y un promedio de 8,67 unidades instaladas.

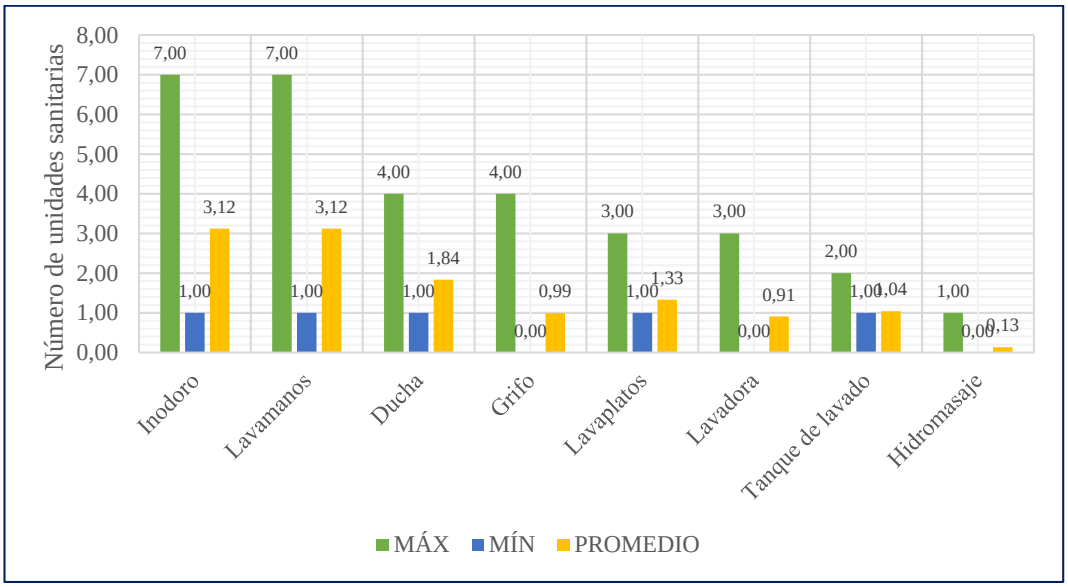
De igual manera se determinó los valores máximos, mínimos y promedios de cada una de las unidades sanitarias para los predios residenciales encuestados.

Tabla 12 Número de unidades sanitarias en residencias

	Inodoro	**Lavamanos**	**Ducha**	**Grifo**	**Lavaplatos**	**Lavadora**	**Tanque de lavado**	**Hidromasaje**
MÁX	7	7	4	4	3	3	2	1
MÍN	1	1	1	0	1	0	1	0
PROM	3,12	3,12	1,84	0,99	1,33	0,91	1,04	0,13

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 22 Número de unidades sanitarias en residencias



Realizado por: Andrés Jordán.

En resumen, los promedios para cada una de las unidades sanitarias en residencias son: inodoros (promedio de 3,12), lavamanos (promedio de 3,12), duchas (promedio de 1,84), grifos (promedio de 0,99), lavaplatos (promedio de 1,33), lavadoras (promedio de 0,91), tanques de lavado (promedio de 1,04), e hidromasajes (promedio de 0,13).

Al analizar la información tabulada se puede aducir que en una residencia promedio de la parroquia Atocha – Ficoa está conformada típicamente por 3 inodoros, 3 lavamanos, 2 duchas, 1 grifo de jardín, 1 lavaplatos, 1 lavadora, 1 tanque de lavado y gran parte de las residencias no poseen hidromasajes.

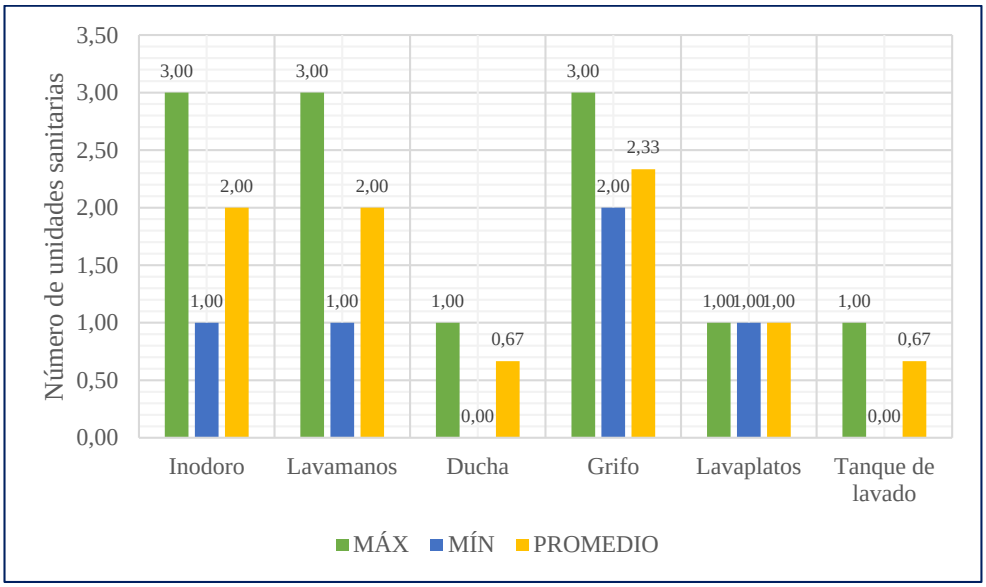
Asimismo, se determinó los valores máximos, mínimos y promedios de cada una de las unidades sanitarias para los establecimientos comerciales encuestados.

Tabla 13 Número de unidades sanitarias en establecimientos comerciales

	Inodoro	**Lavamanos**	**Ducha**	**Grifo**	**Lavaplatos**	**Tanque de lavado**
MÁX	3	3	1	3	1	1
MÍN	1	1	0	2	1	0
PROM	2	2	0,67	2,33	1	0,67

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 23 Número de unidades sanitarias en establecimientos comerciales



Realizado por: Andrés Jordán.

En resumen, los promedios para cada una de las unidades sanitarias en establecimientos comerciales son: inodoros (promedio de 2), lavamanos (promedio de 2), duchas (promedio de 0,67), grifos (promedio de 2,33), lavaplatos (promedio de 1), y tanques de lavado (promedio de 0,67). Por ser predios comerciales evidentemente no se encontraron lavadoras ni hidromasajes.

Al analizar la información tabulada se puede aducir que un establecimiento comercial de la parroquia Atocha – Ficoa está conformada típicamente por 2 inodoros, 3 lavamanos, 1 duchas, 2 grifo de jardín, 1 lavaplatos y 1 tanque de lavado.

4.2.1.5 Identificación de problemas

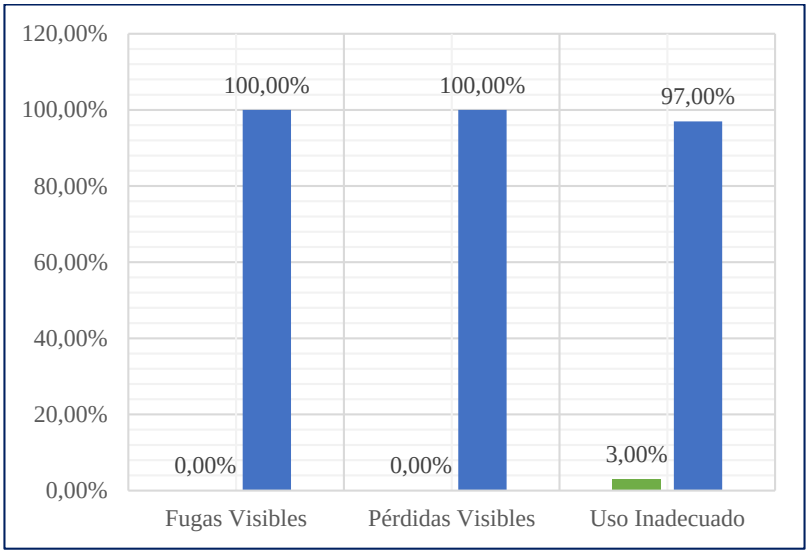
Por medio de levantamiento de la información por encuestas se pudo determinar la existencia de problemas durante el suministro de agua potable en el sector de estudio. Los aspectos más sobresalientes para esta evaluación fueron: fugas, pérdidas visibles y el uso inadecuado del agua en la vida diaria de los habitantes. Esta última es considerada cuando los habitantes poseen malos hábitos y existe una desconcientización durante su utilización (lavar el automóvil con la manguera abierta o utilizarla con fines de lucro).

Tabla 14 Porcentaje de fugas, pérdidas visibles y uso inadecuado del agua

	FUGAS VISIBLES	PÉRDIDAS VISIBLES	USO INADECUADO
SI	0%	0%	3%
NO	100%	100%	97%

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 24 Porcentaje de fugas, pérdidas visibles y uso inadecuado del agua



Realizado por: Andrés Jordán.

Como se refleja en el gráfico, no se observaron fugas ni pérdidas visibles en cuanto al suministro de agua potable, por tal motivo se puede aducir que la red de distribución de agua potable existente en la parroquia Atocha – Ficoa está en buenas condiciones y adecuadamente construida. Por otro lado, se puede apreciar que existe un porcentaje reducido de predios que usan inadecuadamente el recurso líquido. Esto se puede determinar debido a la observación de un número minúsculo de lubricadoras cuya actividad económica es el lavado de automóviles con agua a presión, por lo tanto, se puede concluir que la gran parte de residentes de la parroquia Atocha – Ficoa son conscientes en la utilización del agua potable.

4.2.1.6 Nivel de servicio

a) Dotación de agua

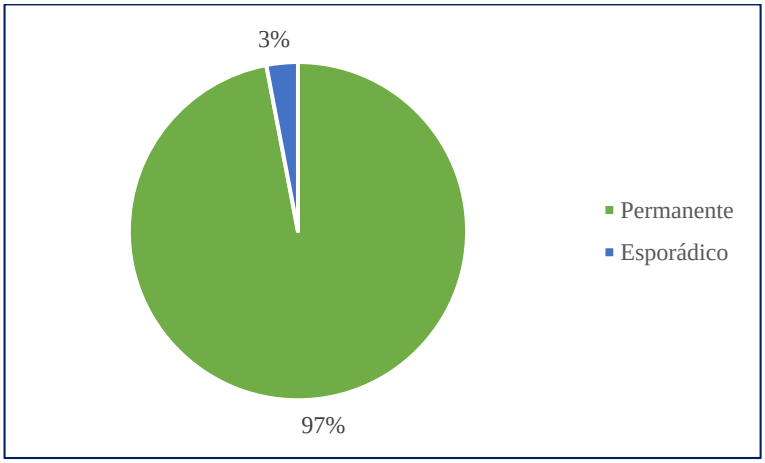
Para determinar la dotación de agua en los predios, los usuarios encuestados respondieron bajo dos condiciones: permanente y esporádico.

Tabla 15 Dotación de agua

DOTACIÓN	PERMANENTE	ESPORÁDICO
PORCENTAJE	97%	3%

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 25 Dotación de agua



Realizado por: Andrés Jordán.

Como se muestra en la figura 25, el 97% de los residentes tienen dotación de agua permanente y tan solo el 3% de los residentes tienen la dotación de agua esporádicamente. Por tal motivo, se puede inferir que la red de agua potable localizada en la parroquia Atocha –Ficoa abastece del recurso agua permanentemente a la gran parte de los inmuebles.

b) Presión con la que es suministrada el agua

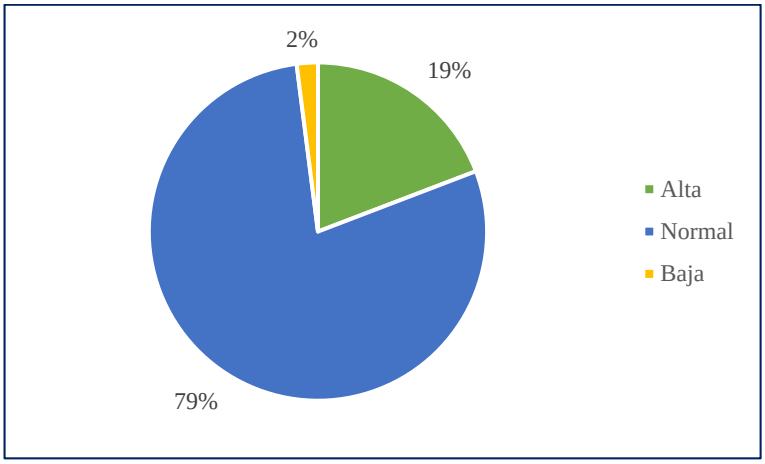
Para determinar la presión con la que es suministrada el agua en los predios, los usuarios encuestados respondieron bajo tres condiciones: alta, normal y baja.

Tabla 16 Presión de agua

PRESIÓN	ALTA	NORMAL	BAJA
PORCENTAJE	19%	79%	2%

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 26 Presión de agua



Realizado por: Andrés Jordán.

La figura 26 refleja que el 79% de los residentes consideran que el agua es suministrada con una presión normal, el 19% consideran que son abastecidos con una presión alta y tan solo el 2% con una presión baja. Por lo tanto, se puede concluir que la red de agua potable localizada en la parroquia Atocha –Ficoa abastece el agua potable con una presión normal.

4.2.2 Análisis de información de volúmenes de agua potable

Posteriormente a la tabulación de la información de las encuestas se presentan los resultados del procesamiento y análisis de los registros de los volúmenes obtenidos en los micromedidores de los usuarios como también de los datos de presiones con la que es suministrada el agua potable a los inmuebles de la parroquia Atocha – Ficoa.

Adicionalmente, se realizará el geoposicionamiento de los datos procesados en mapas digitales que comprenden toda la parroquia analizada con el objeto de facilitar la visualización e interpretación de los resultados.

4.2.2.1 Consumo diario

Corresponde a la cantidad de agua utilizada por todos los miembros del inmueble durante 24 horas. En las tablas 17, 18, 19 y 20 se pueden observar las demandas diarias de agua potable en metros cúbicos de cada uno de los predios estudiados. El volumen diario consumido por cada inmueble se calculó restando la lectura del día anterior para el día actual, así obteniendo un registro de consumos de 24 horas por 59 días.

A su vez, se determinó el consumo promedio de agua potable, consumos máximos y consumos mínimos; identificando el día en el que estos ocurrieron. Cada uno de estos fueron calculados para cada día y pueden ser apreciados de manera horizontal, y por cada predio estudiado apreciados verticalmente.

Asimismo, se identificó el número total de valores diarios registrados, el valor máximo y mínimo de consumo registrado en la muestra analizada, desviación estándar y valor de la mediana. Esto se puede visualizar en el extremo inferior derecho de la tabla 20.

Tabla 17 Consumo diario por medidor (continua)

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO"
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

CONSUMO DIARIO POR MEDIDORES (m3/día)

DÍAS			USUARIOS																						
ID	Fecha	Día	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27
1	21/5/2018	Lunes	0,759	0,346	0,594	0,100	0,320	3,165	1,344	0,715	1,014	1,300	0,968	1,208	0,904	0,600	0,036	0,736	1,365	0,799	4,435	0,101	0,023	0,808	0,000	0,481	0,165
2	22/5/2018	Martes	0,223	0,276	0,516	0,100	0,350	2,110	1,257	0,732	0,260	0,400	0,807	5,543	1,271	0,200	0,078	0,641	0,735	0,297	3,045	0,031	0,022	0,367	0,723	0,240	0,361
3	23/5/2018	Miércoles	0,347	0,306	0,484	0,200	0,050	3,284	2,649	0,836	0,636	0,500	0,733	2,622	0,870	0,900	0,048	1,449	1,943	0,339	2,451	0,000	0,025	0,511	0,000	0,296	0,187
4	24/5/2018	Jueves	0,497	0,253	0,738	1,100	0,050	1,303	1,510	0,960	0,498	0,300	0,621	2,604	0,419	0,700	0,048	1,188	1,628	0,457	2,567	0,967	0,022	1,281	0,133	0,285	0,167
5	25/5/2018	Viernes	0,129	0,412	0,959	0,300	0,050	5,743	3,134	0,914	0,884	0,300	0,566	10,557	0,453	1,400	0,072	1,144	1,994	0,766	3,310	0,121	0,018	0,780	0,023	0,598	0,174
6	26/5/2018	Sábado	0,415	0,298	0,566	0,100	0,050	5,868	3,428	0,306	0,488	0,400	0,055	1,212	0,780	0,300	0,063	1,238	0,380	0,999	1,896	0,080	0,015	1,013	0,000	1,103	0,616
7	27/5/2018	Domingo	0,271	0,240	0,642	0,200	0,050	2,779	2,233	0,119	0,463	0,200	0,916	2,065	0,660	0,200	0,002	1,039	1,890	0,419	1,702	0,014	0,015	0,999	0,000	1,248	0,885
8	28/5/2018	Lunes	0,386	0,424	0,855	1,000	0,100	1,700	0,769	0,907	1,003	0,900	0,337	3,131	0,635	1,000	0,090	0,936	1,943	0,616	2,320	0,000	0,022	0,531	0,005	0,307	0,156
9	29/5/2018	Martes	0,162	0,298	0,568	0,100	0,100	1,539	0,585	0,824	0,443	0,600	0,085	2,982	0,476	1,362	0,048	0,956	2,832	0,242	2,573	0,006	0,023	1,363	0,928	0,238	0,159
10	30/5/2018	Miércoles	0,534	0,467	0,625	0,489	0,116	1,573	2,644	0,846	0,771	0,707	0,382	3,539	0,975	0,467	0,024	0,968	0,426	4,316	2,709	0,065	0,026	1,458	0,001	0,884	0,281
11	31/5/2018	Jueves	0,518	0,209	0,335	0,357	0,216	2,084	1,642	0,897	0,357	0,461	0,044	2,686	0,986	0,197	0,087	0,258	2,261	0,659	2,639	0,459	0,024	1,877	0,138	0,338	0,666
12	1/6/2018	Viernes	0,147	0,317	0,556	0,381	0,134	1,920	3,118	0,719	0,519	0,485	0,407	1,979	0,855	0,413	0,043	0,185	0,368	0,502	2,859	0,000	0,021	1,310	0,000	0,319	0,227
13	2/6/2018	Sábado	0,188	0,364	0,035	0,771	0,327	2,779	1,619	1,147	0,385	0,473	0,357	1,948	1,082	1,727	0,050	0,258	2,467	1,631	0,649	0,216	0,017	1,119	0,244	0,885	0,218
14	3/6/2018	Domingo	0,219	0,311	0,545	0,902	0,366	3,176	3,500	0,156	0,447	0,756	0,640	2,450	0,414	0,369	0,001	0,135	1,604	0,542	0,717	0,000	0,021	0,459	0,000	0,578	0,788
15	4/6/2018	Lunes	0,564	0,268	0,583	0,350	0,245	0,756	0,714	0,650	1,237	0,618	0,663	2,746	0,928	0,750	0,053	0,076	1,416	0,353	1,912	0,000	0,023	0,642	0,000	0,437	0,186
16	5/6/2018	Martes	0,170	0,424	0,527	0,527	0,207	0,112	1,190	0,711	0,447	0,809	0,137	2,687	0,615	0,768	0,059	0,385	3,068	0,399	2,053	0,000	0,023	1,040	0,591	0,462	0,195
17	6/6/2018	Miércoles	0,433	0,588	0,388	0,388	1,213	2,999	0,722	0,539	0,520	0,311	0,293	3,005	0,815	0,481	0,079	0,149	0,611	1,163	2,850	0,045	0,022	11,917	0,003	0,488	0,133
18	7/6/2018	Jueves	0,126	0,222	0,514	0,373	0,311	2,287	1,406	0,527	0,483	0,578	0,049	3,225	1,543	0,895	0,077	0,254	2,640	0,284	2,053	0,000	0,025	9,466	0,856	0,886	0,314
19	8/6/2018	Viernes	0,208	0,283	0,611	0,474	0,477	1,071	4,383	0,689	0,343	0,879	0,482	2,881	0,650	0,733	0,064	0,153	0,578	0,104	4,739	0,000	0,022	7,064	0,000	0,295	0,183
20	9/6/2018	Sábado	0,001	0,702	0,193	0,940	0,190	0,236	3,249	0,079	2,017	0,687	0,021	3,077	0,758	1,444	0,045	0,284	0,677	0,845	0,995	0,000	0,015	5,080	0,169	0,734	0,206
21	10/6/2018	Domingo	0,161	0,413	0,751	1,193	0,412	2,151	2,612	0,048	0,581	0,719	1,129	3,401	0,992	0,785	0,001	0,127	1,769	0,536	1,111	0,000	0,019	3,606	0,000	0,911	1,161
22	11/6/2018	Lunes	0,566	0,276	0,578	0,333	0,233	1,702	0,873	0,701	1,145	0,407	0,476	3,097	0,855	0,543	0,065	0,171	1,128	0,513	1,842	0,723	0,023	2,099	0,547	0,312	0,184
23	12/6/2018	Martes	0,132	0,368	0,505	0,382	0,508	0,444	0,751	0,687	0,623	1,013	0,247	2,850	0,787	0,710	0,047	0,133	1,290	0,456	2,654	0,080	0,021	1,305	0,000	0,221	0,197
24	13/6/2018	Miércoles	0,347	0,782	0,632	0,308	1,317	0,995	1,256	1,001	0,585	0,701	0,444	3,259	0,768	0,424	0,065	0,130	1,089	0,837	2,477	0,136	0,020	1,340	0,000	0,463	0,246
25	14/6/2018	Jueves	0,184	0,349	0,745	1,051	0,338	2,130	1,836	0,540	0,502	0,552	0,071	2,776	0,857	0,736	0,062	0,173	2,125	0,305	1,769	0,044	0,018	1,387	0,000	0,273	0,307
26	15/6/2018	Viernes	0,153	0,352	0,528	0,307	0,158	1,557	2,297	0,716	0,522	0,935	0,149	2,082	0,831	1,019	0,069	0,026	1,344	1,069	1,918	0,142	0,024	1,497	0,000	0,307	0,181
27	16/6/2018	Sábado	0,512	0,443	0,340	0,620	0,275	2,631	1,986	0,014	0,363	0,675	0,256	1,896	1,054	0,526	0,035	0,210	2,304	0,031	1,600	1,000	0,017	1,024	0,852	3,316	0,212
28	17/6/2018	Domingo	0,272	0,538	0,636	1,131	0,077	1,978	2,642	0,395	0,453	0,903	0,182	2,362	0,518	0,073	0,000	0,089	2,616	0,383	1,344	0,000	0,015	1,280	0,001	0,429	0,494
29	18/6/2018	Lunes	0,857	0,338	0,630	0,402	0,183	3,147	0,779	0,855	0,967	0,980	0,973	2,699	0,674	0,519	0,053	0,160	0,334	0,461	1,713	0,000	0,021	1,628	0,000	0,508	0,243
30	19/6/2018	Martes	0,160	0,306	0,639	0,464	0,892	2,616	0,819	0,851	0,277	0,753	1,323	2,552	0,821	0,546	0,182	0,059	0,960	0,529	2,039	0,000	0,019	1,704	0,000	0,383	0,348
31	20/6/2018	Miércoles	0,120	0,469	0,826	0,202	0,307	0,837	3,650	0,980	0,327	0,728	0,358	2,582	1,897	0,642	0,104	0,105	1,452	0,896	2,260	0,000	0,020	2,078	0,000	0,284	0,175
32	21/6/2018	Jueves	0,365	0,276	0,471	0,339	0,211	2,927	1,582	0,649	0,474	0,391	0,534	2,453	0,437	0,728	0,064	0,366	2,785	1,097	1,871	0,000	0,020	1,412	0,000	0,531	0,292
33	22/6/2018	Viernes	0,217	0,290	0,588	0,747	0,408	0,295	1,810	0,723	0,369	0,654	0,569	3,061	0,655	0,250	0,153	0,088	1,409	0,230	2,309	0,448	0,018	1,405	0,100	0,269	0,391
34	23/6/2018	Sábado	0,248	0,237	0,202	0,917	0,350	2,964	1,336	0,137	1,000	0,310	0,287	3,758	0,855	1,175	0,049	0,203	0,434	0,436	0,942	0,001	0,016	1,157	0,807	0,799	0,520
35	24/6/2018	Domingo	0,001	0,818	0,678	0,858	0,167	2,535	3,103	0,567	0,540	1,093	0,344	3,887	0,849	1,206	0,000	0,394	1,822	0,493	4,254	0,001	0,017	1,139	0,000	1,631	0,204
36	25/6/2018	Lunes	0,176	0,324	0,680	0,664	0,368	1,600	0,735	0,676	1,113	2,079	0,442	3,378	0,548	0,323	0,094	0,129	1,692	0,197	2,126	0,000	0,019	1,552	0,000	0,385	0,299
37	26/6/2018	Martes	0,120	0,311	0,720	0,326	0,376	0,973	0,832	0,605	0,430	0,778	0,380	3,995	0,665	0,573	0,050	0,064	2,095	0,591	1,965	0,281	0,020	1,298	0,000	0,209	0,290
38	27/6/2018	Miércoles	0,438	0,683	0,620	0,341	0,211	2,112	1,323	0,437	0,455	2,103	0,302	3,661	0,604	0,292	0,074	0,096	0,368	0,739	2,338	0,059	0,020	1,844	0,000	0,569	0,150
39	28/6/2018	Jueves	0,202	0,296	0,491	0,499	1,193	1,519	1,186	0,568	0,546	0,752	0,157	4,280	0,742	0,417	0,086	0,158	1,970	0,336	2,044	0,071	0,019	1,693	0,000	0,303	0,375
40	29/6/2018	Viernes	0,187	0,423	0,324	0,188	0,301	1,362	1,514	0,451	0,453	0,549	0,157	4,557	0,691	0,375	0,095	1,246	1,259	0,000	1,985	0,050	0,016	1,064	0,000	0,632	0,258
41	30/6/2018	Sábado	0,684	0,857	0,810	0,356	0,429	2,018	1,681	0,026	1,846	0,907	1,475	3,608	1,045	1,862	0,022	1,796	1,016	0,677	1,276	0,039	0,014	1,489	0,000	1,133	0,439
42	1/7/2018	Domingo	0,597	0,412	0,550	0,317	0,470	2,231	1,881	0,043	0,421	0,949	1,488	4,803	0,400	0,554	0,068	1,270	1,806	0,047	1,038	0,000	0,013	0,537	0,000	0,468	0,283
43	2/7/2018	Lunes	0,514	0,604	0,668	0,414	0,861	0,558	1,458	0,559	1,711	0,174	1,071	4,268	0,846	0,639	0,067	0,057	1,650	0,364	2,179	0,000	0,015	1,266	0,567	0,335	0,214
44	3/7/2018	Martes	0,268	0,313	0,708	0,921	0,401	1,837	0,575	0,451	0,770	0,094	0,232	4,654	0,362	0,167	0,106	0,176	1,865	0,387	2,690	0,346	0,017	0,323	0,000	0,196	0,352
45	4/7/2018	Miércoles	0,101	0,252	0,532	0,253	0,355	0,547	1,511	0,488	0,019	0,093	0,968	3,952	0,485	0,597	0,045	0,091	1,191	0,316	2,236	0,020	0,015	0,829	0,000	0,224	0,308
46	5/7/2018	Jueves	0,360	0,362	0,361	0,982	0,588	2,773	0,610	0,579	0,115	0,084	0,309	3,954	0,812	1,840	0,058	0,563	1,899	0,000	2,024	0,000	0,020	1,596	0,534	0,812	0,286
47	6/7/2018	Viernes	0,145	0,642	0,389	0,278	0,443	1,106	0,975	0,209	1,164	0,023	0,737	4,857	1,525	0,308	0,068	0,143	2,592	0,162	3,116	0,087	0,017	2,585	0,625	0,227	0,436
48	7/7/2018	Sábado	0,324	0,407	0,403	0,287	0,293	0,947	3,120	0,323	0,316	0,083	0,181	4,908	0,829	0,771	0,057	0,032	0,400	0,618	1,371	0,000	0,015	4,541	0,072	0,656	1,411
49	8/7/2018	Domingo	0,344	0,402	0,468	0,202	1,216	3,284	2,540	0,014	0,729	0,096	0,662	4,694	0,815	1,263	0,000	0,159	1,277	0,327	0,814	0,000	0,013	0,844	0,000	0,327	0,308
50	9/7/2018	Lunes	0,100	0,638	0,469	1,743	0,579	1,480	0,533	0,686	0,372	1,143	1,418	5,262	0,863	0,349	0,064	0,083	2,080	0,066	0,850	0,000	0,015	1,070	0,000	0,526	0,435
51	10/7/2018	Martes	0,101	0,548	0,455	0,427	1,227	3,281	1,411	0,863	0,494	0,886	0,583	4,029	0,662	0,347	0,065	0,098	2,691	0,000	2,461	0,000	0,019	1,395	0,000	0,265	0,437
52	11/7/2018	Miércoles	0,592	0,333	0,535	0,381	0,384	0,810	1,395	0,208	0,541	1,306	0,203	1,624	0,449	0,528	0,046	0,031	2,113	0,002	2,336	0,006	0,018	1,084	0,000	0,334	0,375
53	12/7/2018	Jueves	0,168	0,421	0,251	0,730	0,579	1,649	3,035	0,381	0,501	0,519	0,326	1,155	0,712	0,842	0,058	0,040	0,599	0,000	2,494	0,000	0,016	1,879	0,000	0,656	0,369
54	13/7/2018	Viernes	0,113	0,639	0,455	0,550	0,005	2,303	3,042	0,257	0,510	0,628	0,756	1,145	0,625	0,763	0,065	0,283	2,384	0,000	2,529	0,199	0,015	1,949	0,480	0,587	0,511
55	14/7/2018	Sábado	0,113	0,639	0,455	0,549	0,005	2,303	3,043	0,257	0,511	0,628	0,756	1,145	0,625	0,762	0,065	0,283	2,384	0,001	2,529	0,200	0,015	1,948	0,480	0,587	0,511
56	15/7/2018	Domingo	0,077	0,344	0,801	1,259	0,061	4,096	1,993	0,219	0,488	0,629	0,733	1,678	0,439	1,736	0,014	0,046	1,826	0,000	1,021	0,000	0,022	1,101	0,000	0,767	0,492
57	16/7/2018	Lunes	0,773	0,295	0,493	0,755	0,634	1,189	2,161	0,671	1,479	0,613	0,903	0,864	1,873	0,222	0,064	0,288	3,806	0,000	2,680	0,001	0,017	1,236	0,000	0,373	0,373
58	17/7/2018	Martes	0,164	0,418	1,010	0,908	1,064	0,939	1,958	0,356	1,278	1,964	1,090	0,801	1,476	0,501	0,046	0,176	2,321	0,015	1,829	0,000	0,016	1,382	0,000	0,442	0,409
59	18/7/2018	Miércoles	0,445	0,809	0,712	0,238	0,871	0,997	1,503	0,503	0,401	1,439	0,696	0,962	0,601	0,213	0,068	0,022	2,062	1,214	1,226	0,000	0,018	0,883	0,000	0,360	0,855
PROMEDIO POR USUARIO (m3/día)			0,300	0,418	0,558	0,542	0,401	1,988	1,838	0,542	0,654	0,695	0,541	3,103	0,807	0,695	0,059	0,376	1,645	0,510	2,131	0,102	0,019	1,840	0,150	0,561	0,366
CONSUMO MÁXIMO	**(m3)**		0,857	0,857	1,010	1,743	1,317	5,868	4,383	1,147	2,017	2,103	1,488	10,557	1,897	1,862	0,182	1,796	3,806	4,316	4,739	1,000	0,026	11,917	0,928	3,316	1,411
	Fecha		18/6/2018	30/6/2018	17/7/2018	9/7/2018	13/6/2018	26/5/2018	8/6/2018	2/6/2018	9/6/2018	27/6/2018	1/7/2018	25/5/2018	20/6/2018	30/6/2018	19/6/2018	30/6/2018	16/7/2018	30/5/2018	8/6/2018	16/6/2018	30/5/2018	6/6/2018	29/5/2018	16/6/2018	7/7/2018
CONSUMO MÍNIMO	**(m3)**		0,001	0,209	0,035	0,100	0,005	0,112	0,533	0,014	0,019	0,023	0,021	0,801	0,362	0,073	0,001	0,022	0,334	0,002	0,649	0,001	0,013	0,323	0,001	0,196	0,133
	Fecha		24/6/2018	31/5/2018	2/6/2018	21/5/2018	14/7/2018	5/6/2018	9/7/2018	16/6/2018	4/7/2018	6/7/2018	9/6/2018	17/7/2018	3/7/2018	17/6/2018	10/6/2018	18/7/2018	18/6/2018	11/7/2018	2/6/2018	23/6/2018	1/7/2018	3/7/2018	17/6/2018	3/7/2018	6/6/2018

VARIANZA	0,041	0,027	0,033	0,122	0,116	1,362	0,903	0,086	0,166	0,203	0,146	2,371	0,109	0,192	0,001	0,189	0,631	0,385	0,714	0,046	0,000	4,094	0,076	0,217	0,060
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,202	0,165	0,181	0,349	0,341	1,167	0,950	0,293	0,407	0,450	0,382	1,540	0,330	0,438	0,033	0,435	0,794	0,621	0,845	0,215	0,003	2,023	0,276	0,466	0,245
COEFICIENTE VARIACIÓN	67,51%	39,58%	32,33%	64,46%	84,90%	58,71%	51,71%	54,02%	62,17%	64,81%	70,52%	49,62%	40,86%	63,04%	56,34%	115,65%	48,29%	121,82%	39,66%	210,07%	17,75%	109,99%	183,12%	83,02%	66,91%
MEDIANA	0,219	0,362	0,556	0,402	0,327	1,920	1,582	0,568	0,502	0,629	0,444	2,982	0,780	0,597	0,062	0,173	1,769	0,399	2,053	0,001	0,019	1,310	0,000	0,442	0,299
CUARTIL 1	0,150	0,298	0,468	0,308	0,175	1,088	1,188	0,314	0,437	0,403	0,252	2,222	0,620	0,372	0,046	0,097	1,109	0,180	1,707	0,000	0,016	1,032	0,000	0,305	0,201
CUARTIL 2	0,219	0,362	0,556	0,402	0,327	1,920	1,582	0,568	0,502	0,629	0,444	2,982	0,780	0,597	0,062	0,173	1,769	0,399	2,053	0,001	0,019	1,310	0,000	0,442	0,299
CUARTIL 3	0,436	0,468	0,655	0,763	0,474	2,702	2,627	0,721	0,771	0,893	0,747	3,920	0,867	0,813	0,069	0,389	2,119	0,639	2,548	0,084	0,022	1,699	0,136	0,644	0,435
RANGO ENTRE VALORES EXTREMOS	0,856	0,648	0,975	1,643	1,312	5,756	3,850	1,133	1,998	2,080	1,467	9,756	1,535	1,789	0,181	1,774	3,472	4,314	4,090	0,999	0,013	11,594	0,927	3,120	1,278
RANGO EN CUARTILES	0,286	0,170	0,186	0,455	0,298	1,614	1,439	0,407	0,334	0,490	0,495	1,698	0,247	0,442	0,023	0,292	1,010	0,459	0,841	0,084	0,006	0,667	0,136	0,339	0,235

Realizado por: Andrés Jordán.

Tabla 18 Consumo diario por medidor (continua)

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO"
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA
REALIZADO POR: A. JORDÁN

CONSUMO DIARIO (m3)																										
DÍAS			USUARIOS																							
ID	Fecha	Día	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1	21/5/2018	Lunes	0,334	0,482	0,654	1,075	0,850	0,743	0,967	0,024	1,546	0,200	0,404	0,157	0,073	1,283	0,599	0,320	0,306	0,000	0,000	0,408	0,334	0,117	2,058	0,892	0,021
2	22/5/2018	Martes	0,497	0,484	1,134	1,176	0,803	0,749	0,906	0,000	2,208	1,000	0,272	0,567	0,305	0,635	1,468	0,410	0,640	0,325	0,237	0,446	0,287	0,052	2,132	0,239	0,027
3	23/5/2018	Miércoles	0,661	0,180	0,485	1,358	0,868	0,697	2,690	0,000	1,390	1,748	0,333	0,219	0,172	0,551	0,152	0,220	0,751	0,254	0,541	0,489	0,220	0,074	1,581	0,791	0,029
4	24/5/2018	Jueves	0,644	0,236	0,660	0,361	0,931	0,495	1,689	0,039	1,264	1,452	0,192	0,658	0,303	0,500	0,206	0,375	0,055	1,135	0,150	0,097	0,324	0,109	3,030	1,151	0,033
5	25/5/2018	Viernes	0,418	1,791	1,573	0,277	0,728	0,305	1,341	0,129	2,103	0,932	0,372	0,102	0,343	0,551	0,291	0,315	0,990	0,810	1,787	0,084	0,806	0,077	1,623	0,883	0,028
6	26/5/2018	Sábado	0,250	0,348	0,319	0,503	2,986	0,412	1,130	0,105	1,193	0,868	0,182	1,269	0,223	0,603	0,236	0,270	0,436	0,303	0,213	0,158	0,261	0,532	1,620	0,408	0,027
7	27/5/2018	Domingo	0,204	0,459	0,669	2,140	1,057	0,609	0,886	0,147	1,817	1,000	0,270	0,085	0,129	0,901	0,751	0,352	1,298	0,422	1,240	0,309	0,750	0,321	1,547	0,518	0,004
8	28/5/2018	Lunes	0,589	1,287	0,651	1,185	0,939	0,757	2,094	0,026	1,473	0,942	0,248	3,239	0,154	0,781	1,669	0,428	0,604	0,547	0,180	1,162	0,435	0,020	1,691	0,294	0,008
9	29/5/2018	Martes	0,293	0,242	0,714	1,303	1,171	0,607	1,218	0,048	1,753	0,948	0,369	0,280	0,215	0,742	0,960	0,526	0,648	0,341	0,578	0,736	0,274	0,000	1,523	0,604	0,033
10	30/5/2018	Miércoles	0,795	0,258	1,699	0,837	1,142	0,722	3,820	0,000	1,655	0,830	0,184	0,362	0,191	0,747	0,622	0,405	0,407	0,433	0,222	0,524	0,366	0,445	2,425	0,817	0,027
11	31/5/2018	Jueves	0,920	0,275	0,392	0,792	1,130	0,985	1,535	0,081	2,037	1,406	0,197	0,353	0,262	0,357	0,983	0,530	0,763	0,545	0,416	4,534	0,371	0,236	0,715	0,275	0,018
12	1/6/2018	Viernes	0,327	0,408	1,690	1,067	1,495	0,560	2,596	0,007	0,876	0,784	0,129	0,330	0,168	0,764	0,113	0,050	0,767	0,492	0,418	0,295	0,251	0,179	1,217	0,710	0,025
13	2/6/2018	Sábado	0,332	0,810	0,387	0,000	0,981	0,643	1,126	0,674	2,449	0,905	0,353	0,078	0,217	0,516	0,660	0,000	0,570	0,469	2,228	0,443	1,024	0,322	3,274	2,186	0,031
14	3/6/2018	Domingo	0,601	0,307	0,525	1,196	1,103	0,403	1,921	0,083	2,336	0,921	1,235	0,410	0,047	0,945	1,208	0,211	2,126	0,381	1,354	0,420	0,478	0,242	2,650	2,295	0,011
15	4/6/2018	Lunes	0,303	0,240	0,658	1,596	1,008	0,965	0,225	0,007	1,509	1,275	0,350	0,363	0,038	0,612	1,242	0,540	1,183	0,703	0,240	0,721	0,253	0,009	1,490	1,499	0,031
16	5/6/2018	Martes	0,220	0,385	0,600	0,590	0,974	0,625	5,272	0,107	1,106	0,797	0,165	0,311	0,117	0,765	1,177	0,815	0,585	0,743	0,240	0,599	0,380	0,213	1,688	0,794	0,051
17	6/6/2018	Miércoles	0,360	0,209	0,409	1,034	0,954	0,600	1,427	0,000	1,031	0,935	0,264	0,668	0,201	0,711	1,184	0,169	0,749	0,270	0,200	0,641	0,238	0,073	1,719	1,092	0,020
18	7/6/2018	Jueves	0,264	0,284	0,689	1,362	1,169	0,852	2,116	0,071	1,126	1,340	0,241	0,980	0,321	0,451	0,375	0,488	0,636	0,734	0,454	0,595	0,260	0,430	2,219	1,075	0,036
19	8/6/2018	Viernes	0,331	0,153	1,721	2,047	1,188	0,390	2,767	0,000	2,777	0,712	0,201	1,372	0,169	0,379	0,204	0,365	0,486	0,385	1,938	1,101	0,310	0,123	1,445	0,647	0,041
20	9/6/2018	Sábado	0,262	0,218	0,648	0,058	0,993	0,877	1,098	0,000	2,152	0,801	0,343	1,586	0,214	0,402	0,654	0,398	0,903	0,492	0,252	1,580	1,117	0,098	2,401	0,210	0,061
21	10/6/2018	Domingo	0,859	0,259	0,627	1,121	0,137	0,400	0,591	0,065	1,505	0,895	0,458	0,071	0,086	0,998	0,952	0,433	1,517	0,703	1,252	1,350	0,672	0,884	2,821	0,388	0,028
22	11/6/2018	Lunes	0,400	0,348	0,739	1,233	0,351	0,762	2,076	0,000	0,973	0,826	0,233	0,198	0,084	0,726	1,351	0,471	0,371	0,582	0,225	0,434	0,337	0,261	1,357	0,816	0,067
23	12/6/2018	Martes	0,451	0,309	1,724	1,251	0,559	0,610	2,359	0,000	1,636	0,773	0,576	0,188	0,130	0,666	1,157	0,298	0,468	0,458	0,490	0,904	0,298	0,063	1,934	0,592	0,035
24	13/6/2018	Miércoles	0,674	0,362	0,406	1,734	0,198	0,762	1,476	0,001	1,765	0,901	0,342	0,193	0,209	0,556	0,656	0,262	0,582	0,337	0,362	0,426	0,300	0,235	1,368	0,885	0,034
25	14/6/2018	Jueves	0,698	0,128	0,315	1,196	0,065	0,529	6,252	0,000	1,897	0,866	0,343	0,200	0,161	0,489	0,257	0,304	1,020	0,209	0,276	0,491	0,272	0,593	1,949	0,450	0,026
26	15/6/2018	Viernes	0,481	0,239	1,726	1,241	0,009	0,459	0,246	0,062	1,728	0,948	0,413	0,167	0,132	0,667	0,538	1,125	0,644	0,403	1,487	0,674	0,322	0,197	1,814	0,672	0,043
27	16/6/2018	Sábado	0,196	0,184	0,533	0,557	0,195	0,522	0,336	0,055	2,282	1,071	0,350	0,300	0,290	0,850	0,645	0,594	0,309	0,395	0,183	0,000	0,577	0,102	1,981	1,669	0,028
28	17/6/2018	Domingo	0,238	0,161	1,155	2,477	0,141	0,510	0,665	0,036	1,143	0,839	0,497	0,260	0,062	0,955	0,514	0,281	0,440	0,646	0,217	0,000	0,853	0,201	2,252	0,828	0,043
29	18/6/2018	Lunes	0,561	0,902	0,437	0,753	0,171	0,680	1,974	0,006	1,243	0,826	0,479	1,075	0,123	0,515	0,868	0,489	0,582	0,683	0,155	0,995	0,356	0,145	1,562	0,316	0,055
30	19/6/2018	Martes	0,591	0,331	1,442	0,933	0,248	0,489	1,559	0,081	1,111	1,534	0,455	0,823	0,158	0,608	1,280	0,376	0,470	0,589	0,492	0,641	0,201	0,023	1,268	0,192	0,051
31	20/6/2018	Miércoles	0,370	0,317	0,361	1,093	0,022	1,283	2,039	0,041	1,488	1,076	0,421	0,242	0,185	0,550	0,796	0,379	1,560	0,269	2,956	0,537	0,392	0,091	1,311	0,825	0,026
32	21/6/2018	Jueves	0,411	0,285	0,537	1,003	0,110	0,614	0,697	0,007	1,472	1,178	0,457	0,828	0,159	0,545	0,410	0,288	0,620	0,566	0,214	0,699	0,270	0,117	1,593	0,756	0,052
33	22/6/2018	Viernes	0,768	0,152	1,243	1,575	0,155	0,430	1,287	0,042	1,562	0,696	0,496	0,128	0,150	0,708	0,198	0,293	0,258	0,644	2,147	0,815	0,227	1,391	1,948	1,819	0,035
34	23/6/2018	Sábado	0,716	0,425	0,581	0,537	0,025	0,676	0,122	0,206	3,523	1,056	0,455	1,019	0,145	0,925	0,201	0,294	1,772	1,332	0,260	0,629	1,086	0,499	2,296	0,703	0,006
35	24/6/2018	Domingo	0,207	0,572	0,315	1,515	0,581	0,832	0,012	0,116	1,519	0,682	0,311	0,241	0,108	0,558	1,169	0,146	0,754	0,679	1,557	0,888	0,476	0,491	1,984	0,544	0,007
36	25/6/2018	Lunes	0,304	0,365	0,577	1,584	0,043	0,715	0,079	0,054	1,072	0,983	0,347	0,207	0,064	0,843	1,221	0,132	0,254	0,453	0,340	1,106	0,435	0,682	1,750	0,568	0,020
37	26/6/2018	Martes	0,426	0,355	1,673	1,219	0,013	0,529	1,145	0,214	1,525	1,657	0,440	0,207	0,212	0,722	1,147	0,518	0,546	0,159	0,351	1,034	0,228	1,076	1,331	0,396	0,028
38	27/6/2018	Miércoles	0,553	0,377	0,343	0,817	0,162	0,652	0,030	0,166	1,407	1,047	0,571	0,217	0,289	0,398	0,608	0,198	0,443	0,580	2,313	0,270	0,279	0,909	2,146	0,400	0,022
39	28/6/2018	Jueves	0,541	0,309	0,403	0,644	0,114	0,601	0,054	0,061	1,619	1,133	0,360	0,677	1,512	0,391	0,540	0,603	0,367	0,741	0,221	0,909	0,280	0,753	1,810	0,818	0,044
40	29/6/2018	Viernes	0,330	0,313	0,799	0,703	0,079	0,193	3,137	0,059	0,769	0,533	0,412	0,266	0,176	0,817	0,961	0,861	0,128	0,851	0,233	2,348	0,269	1,604	1,939	0,487	0,042
41	30/6/2018	Sábado	0,809	0,264	0,953	0,607	0,085	0,779	0,313	0,218	2,439	0,161	0,327	5,239	0,215	0,565	1,924	0,860	2,175	0,663	2,350	0,369	0,543	0,246	1,908	0,504	0,005
42	1/7/2018	Domingo	0,213	0,430	0,664	1,082	0,345	0,537	0,000	0,286	1,133	0,915	0,365	0,073	0,074	0,673	1,947	0,631	0,662	0,793	1,737	1,198	0,665	0,053	2,343	0,303	0,037
43	2/7/2018	Lunes	0,201	1,193	1,013	0,623	0,286	0,682	0,357	0,063	1,214	2,088	0,350	0,179	0,072	0,532	2,993	0,458	0,494	0,000	0,108	0,935	0,267	0,142	1,688	0,334	0,013
44	3/7/2018	Martes	0,192	0,350	1,733	1,237	0,073	0,595	2,323	0,073	1,214	1,087	0,366	0,241	0,196	0,349	1,321	0,499	1,622	0,665	0,393	0,751	0,430	0,328	1,724	0,569	0,034
45	4/7/2018	Miércoles	0,283	0,440	0,464	0,298	0,172	1,101	0,006	0,105	2,753	0,957	0,548	0,170	0,120	0,637	0,601	0,250	0,858	0,700	0,258	0,906	0,336	0,791	2,484	1,494	0,030
46	5/7/2018	Jueves	0,452	0,339	0,602	0,552	0,138	0,314	3,117	0,017	1,413	1,027	0,388	0,503	0,204	0,564	0,689	0,001	0,572	0,625	0,283	0,821	0,295	0,159	1,884	0,311	0,049
47	6/7/2018	Viernes	0,326	0,238	2,222	0,379	0,024	0,581	0,108	0,658	1,682	1,248	0,514	0,633	0,156	0,640	0,128	0,002	0,330	0,412	0,288	0,437	0,175	0,852	1,643	2,287	0,041
48	7/7/2018	Sábado	0,267	0,256	0,580	0,000	0,275	0,809	2,002	0,292	2,127	0,673	0,261	0,185	0,300	0,552	0,235	0,003	0,157	1,654	1,767	0,690	0,697	0,514	1,815	0,403	0,013
49	8/7/2018	Domingo	1,373	0,293	0,877	1,231	0,157	0,332	1,941	0,195	2,724	0,750	0,207	0,120	0,068	0,630	0,477	0,121	0,589	0,734	1,259	0,863	0,857	2,142	1,855	0,326	0,037
50	9/7/2018	Lunes	0,229	0,577	0,703	3,283	0,212	1,428	3,228	0,380	1,232	1,294	0,416	0,229	0,158	0,757	0,831	0,284	0,266	0,814	0,596	1,442	0,337	0,596	1,064	0,811	0,056
51	10/7/2018	Martes	0,193	0,243	1,987	0,929	0,131	0,410	2,973	0,007	1,131	0,988	0,703	0,193	0,142	0,453	0,944	0,469	0,852	0,460	0,744	0,844	0,252	1,500	1,110	0,220	0,021
52	11/7/2018	Miércoles	0,526	0,405	1,061	1,004	0,078	0,149	2,889	0,292	1,289	1,474	0,557	0,143	0,209	0,479	0,532	0,235	1,455	1,152	0,323	0,305	0,459	0,348	0,817	0,205	0,028
53	12/7/2018	Jueves	0,288	0,243	0,538	0,800	0,048	0,139	2,708	0,605	1,390	0,935	0,519	0,000	0,212	0,451	0,454	0,951	0,300	3,035	0,243	0,182	0,234	0,350	1,142	0,723	0,020
54	13/7/2018	Viernes	0,209	0,691	1,012	1,030	0,530	0,239	1,060	0,264	1,160	0,887	0,387	0,000	0,163	0,656	0,457	0,307	1,037	0,834	5,988	1,165	0,191	0,068	1,103	0,869	0,013
55	14/7/2018	Sábado	0,209	0,691	1,012	1,030	0,530	0,239	1,060	0,264	1,160	0,887	0,386	0,000	0,163	0,656	0,457	0,307	1,038	0,833	5,988	1,164	0,191	0,067	1,103	0,869	0,013
56	15/7/2018	Domingo	0,363	0,419	0,867	1,848	0,229	0,469	2,086	1,173	1,903	0,718	0,504	0,000	0,122	0,612	0,392	0,163	0,654	0,670	0,982	0,941	1,126	0,132	1,207	0,611	0,034
57	16/7/2018	Lunes	0,397	0,399	0,612	1,667	0,141	0,880	4,478	0,079	3,141	0,795	0,246	0,192	0,059	0,929	1,455	0,441	0,212	0,652	0,279	0,929	0,202	1,040	1,084	1,061	0,009
58	17/7/2018	Martes	0,295	0,308	1,785	1,175	0,316	0,594	1,227	0,000	0,003	0,753	0,432	0,085	0,162	0,494	0,961	0,285	1,075	1,312	0,672	1,149	0,646	1,354	1,268	0,923	0,064
59	18/7/2018	Miércoles	0,217	0,414	1,077	1,430	0,341	1,053	6,321	0,238	0,012	0,742	0,550	0,118	0,203	0,810	0,590	0,316	0,474	0,753	0,398	0,948	0,335	1,046	1,071	0,969	0,019
PROMEDIO POR USUARIO (m3/día)			0,431	0,406	0,881	1,074	0,508	0,620	1,715	0,136	1,596	0,978	0,386	0,495	0,191	0,646	0,807	0,375	0,726	0,641	0,903	0,789	0,426	0,436	1,742	0,768	0,030
CONSUMO MÁXIMO	m3/día		1,373	1,791	2,222	3,283	2,986	1,428	6,321	1,173	3,523	2,088	1,235	5,239	1,512	1,283	2,993	1,125	2,175	3,035	5,988	4,534	1,126	2,142	3,274	2,295	0,067
	Fecha		8/7/2018	25/5/2018	6/7/2018	9/7/2018	26/5/2018	9/7/2018	18/7/2018	15/7/2018	23/6/2018	2/7/2018	3/6/2018	30/6/2018	28/6/2018	21/5/2018	2/7/2018	15/6/2018	30/6/2018	12/7/2018	13/7/2018	31/5/2018	15/7/2018	8/7/2018	2/6/2018	3/6/2018	11/6/2018
CONSUMO MÍNIMO	m3/día		0,192	0,128	0,315	0,058	0,009	0,139	0,006	0,006	0,003	0,161	0,129	0,071	0,038	0,349	0,113	0,002	0,055	0,159	0,108	0,084	0,175	0,009	0,715	0,192	0,004
	Fecha		3/7/2018	14/6/2018	14/6/2018	9/6/2018	15/6/2018	12/7/2018	4/7/2018	18/6/2018	17/7/2018	30/6/2018	1/6/2018	10/6/2018	4/6/2018	3/7/2018	1/6/2018	6/7/2018	24/5/2018	26/6/2018	2/7/2018	25/5/2018	6/7/2018	4/6/2018	31/5/2018	19/6/2018	27/5/2018

VARIANZA	0,053	0,083	0,251	0,345	0,286	0,065	2,105	0,043	0,420	0,105	0,027	0,660	0,036	0,033	0,288	0,052	0,220	0,192	1,432	0,423	0,062	0,218	0,280	0,249	0,000
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,231	0,288	0,501	0,587	0,535	0,256	1,451	0,207	0,648	0,325	0,165	0,812	0,189	0,183	0,537	0,229	0,469	0,438	1,197	0,650	0,249	0,467	0,529	0,499	0,015
COEFICIENTE VARIACIÓN	53,59%	71,04%	56,89%	54,69%	105,28%	41,26%	84,62%	152,18%	40,63%	33,21%	42,91%	164,17%	98,94%	28,32%	66,49%	61,12%	64,61%	68,31%	132,54%	82,45%	58,53%	107,09%	30,36%	65,05%	50,16%
MEDIANA	0,360	0,331	0,664	1,075	0,275	0,607	1,427	0,063	1,505	0,932	0,366	0,229	0,163	0,630	0,656	0,320	0,604	0,589	0,393	0,699	0,334	0,242	1,691	0,703	0,028
CUARTIL 1	0,263	0,249	0,535	0,673	0,134	0,464	0,681	0,007	1,177	0,799	0,271	0,162	0,123	0,524	0,456	0,256	0,438	0,408	0,238	0,436	0,264	0,106	1,344	0,401	0,020
CUARTIL 2	0,360	0,331	0,664	1,075	0,275	0,607	1,427	0,063	1,505	0,932	0,366	0,229	0,163	0,630	0,656	0,320	0,604	0,589	0,393	0,699	0,334	0,242	1,691	0,703	0,028
CUARTIL 3	0,557	0,422	1,105	1,277	0,935	0,753	2,341	0,180	1,900	1,073	0,456	0,535	0,212	0,752	1,163	0,480	0,880	0,738	1,255	0,945	0,477	0,594	1,982	0,884	0,039
RANGO ENTRE VALORES EXTREMOS	1,181	1,663	1,907	3,225	2,976	1,289	6,315	1,167	3,520	1,927	1,106	5,168	1,474	0,934	2,880	1,123	2,120	2,876	5,880	4,450	0,951	2,133	2,560	2,103	0,063
RANGO EN CUARTILES	0,294	0,173	0,570	0,603	0,801	0,289	1,660	0,174	0,723	0,274	0,185	0,373	0,089	0,228	0,707	0,224	0,442	0,330	1,017	0,509	0,213	0,489	0,638	0,483	0,019

Realizado por: Andrés Jordán.

Tabla 19 Consumo diario por medidor (continua)

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

REALIZADO POR: A. JORDÁN

CONSUMO DIARIO (m3)

DÍAS			USUARIOS																								
ID	Fecha	Día	53	54	55	56	57	58	59	60	61	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
1	21/5/2018	Lunes	0,399	0,288	0,536	0,396	0,100	0,706	1,862	0,021	3,623	1,437	0,746	0,011	1,088	0,097	0,045	0,118	0,083	0,746	0,600	0,311	0,319	0,159	1,967	0,485	0,188	0,005
2	22/5/2018	Martes	0,839	0,292	0,382	0,268	0,118	0,679	1,420	0,021	3,434	1,214	0,533	0,232	0,707	0,850	0,028	0,204	0,126	1,802	0,412	0,737	0,021	0,276	1,466	0,480	0,876	0,003
3	23/5/2018	Miércoles	0,303	1,132	0,800	0,340	0,129	0,881	1,568	0,000	6,145	0,883	1,106	0,022	1,352	0,164	0,037	0,841	0,213	1,833	0,254	0,625	0,006	0,121	1,075	0,262	0,468	0,009
4	24/5/2018	Jueves	0,439	0,388	0,458	0,432	0,297	2,037	1,784	0,000	5,053	1,254	2,389	0,309	1,375	1,027	0,400	0,242	0,050	0,712	0,292	0,617	0,002	0,377	2,158	0,661	0,747	0,012
5	25/5/2018	Viernes	0,834	0,418	0,332	0,500	0,730	0,318	1,939	0,000	4,029	1,365	0,795	0,306	1,065	1,606	0,033	0,636	0,156	0,895	0,365	0,756	0,960	0,956	1,516	0,606	1,493	0,014
6	26/5/2018	Sábado	0,353	0,277	0,861	0,322	0,006	1,198	1,316	0,000	5,666	1,261	0,545	0,081	0,913	0,688	0,036	0,622	0,070	0,714	0,119	0,534	0,268	0,868	1,250	0,542	0,100	0,023
7	27/5/2018	Domingo	1,794	0,327	0,365	0,272	0,072	1,638	1,587	0,000	3,487	1,706	1,352	0,023	0,925	0,228	0,029	0,107	0,213	1,432	0,673	3,196	0,363	0,769	0,949	0,421	1,065	0,002
8	28/5/2018	Lunes	0,618	0,202	0,437	0,357	0,227	0,388	1,115	0,036	2,401	0,719	0,880	0,018	0,908	0,670	0,017	0,145	0,147	1,625	0,521	1,360	0,154	0,294	2,476	0,820	0,566	0,001
9	29/5/2018	Martes	1,628	0,736	0,376	0,066	0,128	0,828	1,557	0,030	3,053	1,284	0,670	0,454	0,930	0,514	0,041	0,157	0,509	1,008	0,625	0,474	0,005	0,205	1,039	0,512	0,724	0,005
10	30/5/2018	Miércoles	0,568	0,449	0,591	0,063	0,171	0,533	1,464	0,000	2,234	1,505	0,563	0,017	1,133	1,053	0,024	0,272	0,159	1,945	0,611	0,460	0,005	0,508	1,784	0,676	0,697	0,006
11	31/5/2018	Jueves	0,813	0,301	0,542	0,172	0,058	0,961	1,960	0,003	4,325	0,910	0,719	0,179	1,133	1,228	0,034	0,918	0,147	1,299	0,844	1,037	0,021	0,524	1,874	0,715	1,479	0,007
12	1/6/2018	Viernes	0,866	0,315	0,390	0,659	0,937	1,724	1,904	0,000	2,017	0,611	0,267	0,218	0,589	0,696	0,086	0,390	0,213	0,955	0,579	0,377	0,476	0,572	2,084	0,601	0,166	0,005
13	2/6/2018	Sábado	0,169	0,316	0,137	0,530	0,517	0,938	1,239	0,000	4,597	2,816	0,574	0,021	1,987	1,542	0,447	0,837	0,098	0,826	0,222	0,644	0,002	0,679	0,972	0,538	0,508	0,510
14	3/6/2018	Domingo	0,651	0,327	0,504	0,142	0,325	2,240	1,389	0,001	4,587	0,741	1,368	0,035	0,761	0,957	0,500	0,081	0,066	1,292	0,580	2,305	0,190	0,608	0,675	0,810	0,180	0,000
15	4/6/2018	Lunes	2,878	0,302	0,370	0,598	0,309	0,757	1,542	0,049	2,472	0,693	0,702	0,008	0,777	0,087	0,027	0,519	0,096	1,973	0,312	0,584	0,186	0,170	2,758	0,871	1,390	0,241
16	5/6/2018	Martes	1,717	1,594	0,805	0,263	0,082	0,595	1,273	0,048	2,017	0,941	0,816	0,026	1,248	0,864	0,055	0,708	0,159	0,980	0,390	0,387	0,010	0,208	2,388	0,709	1,014	0,498
17	6/6/2018	Miércoles	1,173	0,380	0,628	0,341	0,440	1,438	1,865	0,024	1,333	0,318	0,514	0,001	0,553	1,003	0,058	0,128	0,758	1,548	0,370	1,051	0,015	0,154	1,318	0,838	0,235	0,070
18	7/6/2018	Jueves	0,522	0,810	0,956	0,629	0,096	0,984	1,547	0,008	0,816	0,886	0,766	0,660	0,793	0,758	0,027	0,972	0,152	1,227	0,597	0,470	0,126	0,296	2,370	0,689	0,113	0,051
19	8/6/2018	Viernes	0,156	0,396	0,714	1,126	0,617	1,732	1,181	0,000	1,227	0,827	0,641	0,023	0,762	0,453	0,085	0,922	0,095	0,754	0,921	0,366	0,012	0,508	1,809	0,853	1,235	0,123
20	9/6/2018	Sábado	0,273	0,439	0,413	0,535	0,373	0,950	1,673	0,010	3,259	1,235	1,243	0,122	0,879	1,235	0,820	1,225	0,133	1,424	0,870	0,806	0,070	0,231	1,457	0,809	0,987	0,432
21	10/6/2018	Domingo	0,212	0,465	0,652	0,210	0,667	1,224	1,920	0,000	3,186	0,712	0,563	0,019	0,524	1,332	0,023	0,618	0,175	1,031	0,799	1,412	0,258	0,642	1,140	1,084	0,565	0,776
22	11/6/2018	Lunes	0,488	0,520	0,496	0,291	0,104	0,470	1,320	0,011	2,276	0,323	0,722	0,007	0,806	0,460	0,042	0,072	0,255	0,853	1,349	0,762	0,042	0,171	2,473	1,044	0,143	1,436
23	12/6/2018	Martes	0,523	0,362	0,455	0,140	0,099	0,559	1,821	0,022	3,357	0,353	0,862	0,012	0,763	0,227	0,049	0,231	0,203	1,039	1,151	0,553	0,008	0,160	2,872	1,209	0,163	0,811
24	13/6/2018	Miércoles	0,817	0,378	0,744	0,272	0,549	0,701	5,142	0,001	2,003	0,566	0,753	0,439	0,951	0,482	0,132	0,316	0,066	1,378	0,796	1,024	0,022	0,328	2,369	1,093	0,446	0,385
25	14/6/2018	Jueves	0,735	0,978	0,464	0,741	0,333	1,046	1,439	0,001	0,620	0,310	0,501	0,254	0,833	1,231	0,811	0,338	0,130	0,838	0,845	0,904	0,036	0,325	2,385	1,107	0,258	0,865
26	15/6/2018	Viernes	0,611	0,396	0,622	0,331	0,185	1,606	1,937	0,000	0,333	1,046	0,332	0,037	0,389	0,307	0,416	0,405	0,740	0,924	0,661	0,364	0,010	1,257	1,534	0,345	0,172	0,758
27	16/6/2018	Sábado	0,428	0,274	0,073	0,307	0,795	1,191	1,079	0,000	1,792	0,546	0,821	0,014	1,152	0,166	0,202	0,862	0,793	1,519	0,113	0,939	1,360	0,197	0,672	0,737	1,631	1,397
28	17/6/2018	Domingo	0,898	0,330	0,359	0,277	0,765	1,206	1,664	0,000	1,783	0,000	0,801	0,000	0,000	0,000	0,886	0,000	0,000	0,000	0,000	0,166	0,000	0,000	0,000	0,071	0,000	1,145
29	18/6/2018	Lunes	0,661	0,393	0,497	0,360	0,173	0,484	1,075	0,041	0,592	0,929	1,300	0,293	0,637	0,886	0,577	0,385	0,263	1,573	0,168	0,640	0,021	0,261	1,122	0,042	1,258	0,790
30	19/6/2018	Martes	1,740	0,430	0,740	0,111	0,089	0,655	1,555	0,010	1,622	0,487	0,612	0,020	0,445	1,013	9,622	0,756	0,270	0,900	0,429	0,779	0,015	0,451	2,858	0,500	0,355	0,911
31	20/6/2018	Miércoles	1,025	0,282	0,326	0,239	0,123	0,767	1,883	0,000	3,406	0,326	0,590	0,010	0,522	0,859	0,910	0,399	0,705	1,609	0,722	0,647	0,022	0,276	1,392	0,984	0,870	0,989
32	21/6/2018	Jueves	1,273	0,474	0,555	0,286	0,321	1,159	1,713	0,000	1,414	0,692	0,596	0,015	0,922	1,022	0,044	0,505	0,471	0,880	0,167	0,700	0,036	0,167	1,336	1,029	0,333	0,999
33	22/6/2018	Viernes	1,083	0,452	0,241	0,381	0,892	1,286	1,873	0,000	2,441	0,642	0,654	0,012	0,521	0,409	0,042	0,654	0,264	1,143	0,338	0,743	0,685	0,441	0,901	0,983	0,865	0,950
34	23/6/2018	Sábado	2,640	0,337	0,455	0,464	0,076	0,686	1,785	0,000	3,020	1,309	0,783	0,183	0,914	0,543	0,046	1,259	0,134	0,726	0,391	0,411	0,017	0,608	0,662	1,132	0,133	0,254
35	24/6/2018	Domingo	0,964	1,432	0,730	0,225	0,920	1,110	2,170	0,000	3,807	1,170	1,054	0,011	0,492	2,369	0,083	1,183	2,356	1,213	0,843	1,989	0,089	0,439	0,534	1,064	0,413	1,572
36	25/6/2018	Lunes	1,155	0,294	0,764	0,490	0,290	0,536	1,220	0,019	1,250	0,165	0,594	0,000	0,473	0,087	0,705	0,566	0,015	0,073	0,039	0,571	0,010	0,048	2,004	0,460	0,766	0,599
37	26/6/2018	Martes	1,353	0,401	0,371	0,003	0,130	0,573	1,241	0,009	0,034	1,033	0,715	0,176	0,230	1,125	0,000	0,841	0,264	1,076	0,263	0,854	0,080	0,399	1,462	0,406	1,019	0,250
38	27/6/2018	Miércoles	0,717	0,368	0,453	0,036	0,081	0,700	2,377	0,000	0,000	0,195	0,745	0,277	0,819	0,690	0,043	1,266	1,535	1,068	0,531	0,858	0,039	0,328	1,548	0,999	0,123	0,322
39	28/6/2018	Jueves	0,644	0,336	1,408	0,557	0,065	0,778	0,376	0,000	0,000	0,814	0,551	0,245	0,715	0,809	0,038	0,720	0,488	0,798	0,659	0,900	0,365	0,158	2,954	1,477	0,918	0,531
40	29/6/2018	Viernes	1,708	0,624	0,719	0,546	0,256	1,243	1,392	0,011	0,009	0,777	0,329	0,209	0,885	0,235	0,036	0,395	0,111	1,938	0,086	0,577	0,036	0,182	0,695	1,262	0,170	0,478
41	30/6/2018	Sábado	0,702	0,267	0,229	0,309	0,238	0,917	1,598	0,000	0,000	0,503	0,713	0,062	1,847	0,479	0,050	0,765	0,136	0,979	0,213	0,326	0,066	0,327	0,858	1,108	0,964	0,726
42	1/7/2018	Domingo	1,080	0,350	1,103	0,173	0,791	0,315	1,809	0,000	3,370	0,788	1,487	0,016	0,972	0,781	0,064	0,874	0,311	2,071	0,344	1,122	0,406	0,743	1,173	1,152	0,510	0,385
43	2/7/2018	Lunes	1,747	0,436	0,551	0,195	0,316	0,984	1,012	0,030	2,102	0,617	0,807	0,025	1,424	0,603	0,128	1,159	0,260	1,128	1,098	0,551	0,104	0,347	1,175	1,202	0,434	0,353
44	3/7/2018	Martes	0,618	0,291	0,686	0,211	0,099	1,699	1,427	0,025	2,253	0,592	0,746	0,022	1,708	1,026	0,050	0,623	4,087	0,374	0,715	0,942	0,922	0,191	0,833	1,247	0,641	0,228
45	4/7/2018	Miércoles	0,233	0,319	0,713	0,420	0,060	2,468	1,560	0,010	3,024	0,407	0,573	0,383	1,043	0,879	0,012	0,767	2,143	2,300	0,885	0,312	0,652	0,308	1,206	1,292	0,329	0,320
46	5/7/2018	Jueves	0,815	0,481	0,780	0,489	0,090	0,826	1,647	0,000	2,446	0,681	0,480	0,530	0,988	1,241	0,081	0,762	1,909	0,866	0,569	1,159	0,079	0,311	1,291	1,492	0,781	0,229
47	6/7/2018	Viernes	1,158	0,357	0,750	0,389	0,101	1,157	1,046	0,000	2,009	1,188	0,350	0,075	1,204	0,164	0,018	0,963	0,108	1,052	0,225	0,320	0,032	0,115	1,526	1,552	1,379	0,256
48	7/7/2018	Sábado	0,869	0,308	0,241	0,358	0,505	0,579	1,184	0,000	3,667	0,826	0,524	0,000	0,868	0,130	0,066	0,015	0,108	0,882	0,292	0,940	0,422	0,079	1,550	1,362	1,239	0,381
49	8/7/2018	Domingo	0,281	0,275	0,408	0,196	1,297	0,621	1,988	0,000	3,370	0,752	1,527	0,012	1,194	0,347	0,077	0,329	0,103	1,411	0,287	1,053	0,552	0,587	0,611	1,575	0,617	0,793
50	9/7/2018	Lunes	0,715	0,288	0,496	0,250	0,139	0,543	1,329	0,029	2,102	1,569	0,804	0,371	0,511	0,805	0,165	1,179	0,248	1,855	0,655	0,625	0,708	0,146	1,397	1,129	0,155	0,408
51	10/7/2018	Martes	0,437	0,252	0,335	0,117	0,073	0,996	1,175	0,220	2,253	2,925	0,607	0,026	0,679	0,316	0,092	0,724	0,239	0,787	0,277	0,512	0,021	0,537	0,657	0,947	0,076	0,282
52	11/7/2018	Miércoles	0,650	0,412	0,924	0,347	0,125	2,689	1,375	0,204	3,024	2,153	0,446	0,017	0,636	0,810	0,022	1,253	0,325	0,532	0,609	0,758	0,045	0,197	2,980	1,397	0,438	0,499
53	12/7/2018	Jueves	0,612	2,128	0,757	0,294	0,080	0,646	1,198	0,238	2,446	1,725	0,725	0,018	0,690	1,869	0,030	1,873	0,232	1,063	0,478	0,302	0,601	0,122	1,436	1,388	0,422	0,201
54	13/7/2018	Viernes	0,542	0,382	0,522	0,507	0,540	0,807	1,381	0,217	2,009	0,976	0,662	0,403	0,617	0,452	0,054	0,558	0,215	1,148	0,341	1,203	0,517	0,383	1,303	1,399	0,427	0,352
55	14/7/2018	Sábado	0,542	0,382	0,522	0,507	0,540	0,806	1,381	0,217	3,667	0,976	0,662	0,403	0,618	0,453	0,054	0,558	0,215	1,149	0,341	1,203	0,517	0,382	1,303	1,399	0,428	0,352
56	15/7/2018	Domingo	1,710	0,374	0,758	0,193	0,809	0,884	2,271	0,383	3,370	0,025	1,695	0,287	0,662	0,765	0,066	0,390	0,077	0,947	0,731	1,834	0,418	1,727	0,236	1,409	0,287	0,979
57	16/7/2018	Lunes	1,312	0,390	0,397	0,563	0,217	1,498	1,278	0,024	2,102	1,608	0,730	0,422	1,000	0,313	0,030	1,989	3,025	0,964	0,778	0,530	0,051	0,182	2,121	1,448	0,153	0,643
58	17/7/2018	Martes	0,550	0,279	0,688	0,192	0,275	0,505	1,177	0,012	2,253	0,801	0,637	0,020	0,926	0,578	0,017	2,024	3,464	0,859	0,414	0,822	0,020	0,286	0,979	1,473	0,432	0,443
59	18/7/2018	Miércoles	0,640	0,404	0,671	0,230	0,264	0,850	2,028	0,022	3,024	0,915	0,521	0,023	0,538	0,412	0,043	1,194	0,092	1,917	0,413	0,576	0,025	0,351	0,802	1,472	0,458	0,802
PROMEDIO POR USUARIO (m3/día)			0,879	0,468	0,564	0,343	0,325	1,005	1,594	0,034	2,495	0,933	0,776	0,138	0,864	0,719	0,316	0,675	0,512	1,150	0,511	0,813	0,212	0,384	1,487	0,938	0,593	0,455
CONSUMO MÁXIMO	m3/día		2,878	2,128	1,408	1,126	1,297	2,689	5,142	0,383	6,145	2,925	2,389	0,660	1,987	2,369	9,622	2,024	4,087	2,300	1,349	3,196	1,360	1,727	2,980	1,575	1,631	1,572
	Fecha		4/6/2018	12/7/2018	28/6/2018	8/6/2018	8/7/2018	11/7/2018	13/6/2018	15/7/2018	23/5/2018	10/7/2018	24/5/2018	7/6/2018	2/6/2018	24/6/2018	19/6/2018	17/7/2018	3/7/2018	4/7/2018	11/6/2018	27/5/2018	16/6/2018	15/7/2018	11/7/2018	8/7/2018	16/6/2018	24/6/2018
CONSUMO MÍNIMO	m3/día		0,156	0,202	0,073	0,003	0,006	0,315	0,376	0,003	0,009	0,025	0,267	0,001	0,230	0,087	0,012	0,015	0,015	0,073	0,039	0,166	0,002	0,048	0,236	0,042	0,076	0,002
	Fecha		8/6/2018	28/5/2018	16/6/2018	26/6/2018	26/5/2018	1/7/2018	28/6/2018	31/5/2018	29/6/2018	15/7/2018	1/6/2018	6/6/2018	26/6/2018	25/6/2018	4/7/2018	7/7/2018	25/6/2018	25/6/2018	25/6/2018	17/6/2018	24/5/2018	25/6/2018	15/7/2018	18/6/2018	10/7/2018	27/5/2018

VARIANZA	0,320	0,116	0,056	0,038	0,085	0,266	0,350	0,006	1,954	0,330	0,135	0,028	0,131	0,222	1,577	0,217	0,741	0,223	0,083	0,269	0,086	0,089	0,506	0,156	0,181	0,161
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,565	0,341	0,236	0,195	0,292	0,516	0,591	0,076	1,398	0,574	0,367	0,168	0,361	0,471	1,256	0,466	0,861	0,472	0,288	0,518	0,293	0,298	0,711	0,396	0,425	0,401
COEFICIENTE VARIACIÓN	64,29%	72,91%	41,90%	56,83%	89,58%	51,33%	37,11%	223,33%	56,02%	61,56%	47,33%	121,84%	41,81%	65,60%	397,10%	69,08%	168,25%	41,08%	56,30%	63,72%	138,08%	77,63%	47,83%	42,15%	71,69%	88,14%
MEDIANA	0,715	0,378	0,522	0,309	0,227	0,881	1,547	0,003	2,401	0,826	0,713	0,026	0,833	0,690	0,050	0,623	0,213	1,052	0,478	0,700	0,051	0,311	1,392	0,984	0,458	0,381
CUARTIL 1	0,533	0,305	0,393	0,211	0,099	0,651	1,275	0,000	1,787	0,601	0,568	0,017	0,627	0,378	0,034	0,334	0,110	0,863	0,292	0,521	0,020	0,182	0,975	0,634	0,211	0,097
CUARTIL 2	0,715	0,378	0,522	0,309	0,227	0,881	1,547	0,003	2,401	0,826	0,713	0,026	0,833	0,690	0,050	0,623	0,213	1,052	0,478	0,700	0,051	0,311	1,392	0,984	0,458	0,381
CUARTIL 3	1,119	0,438	0,724	0,476	0,511	1,202	1,842	0,024	3,370	1,225	0,805	0,249	1,022	1,008	0,110	0,896	0,318	1,428	0,694	0,941	0,364	0,508	1,985	1,255	0,873	0,767
RANGO ENTRE VALORES EXTREMOS	2,722	1,926	1,335	1,123	1,291	2,374	4,766	0,380	6,136	2,900	2,122	0,659	1,757	2,282	9,610	2,009	4,072	2,227	1,310	3,030	1,358	1,679	2,744	1,533	1,555	1,570
RANGO EN CUARTILES	0,587	0,132	0,331	0,266	0,412	0,551	0,566	0,024	1,583	0,623	0,237	0,233	0,395	0,630	0,076	0,563	0,208	0,565	0,402	0,420	0,344	0,326	1,010	0,621	0,662	0,670

Realizado por: Andrés Jordán.

Tabla 20 Consumo diario por medidor

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

REALIZADO POR: A. JORDÁN

CONSUMO DIARIO (m3/día)

DÍAS			USUARIOS																							PROMEDIO POR DÍA	CONSUMO MÁXIMO
ID	Fecha	Día	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	104		
1	21/5/2018	Lunes	0,344	0,805	0,716	0,998	0,146	0,053	0,082	0,233	2,173	0,666	0,310	0,000	1,151	0,606	0,534	0,151	1,888	0,267	0,736	1,122	0,262	1,267	0,000	0,268	0,672	4,435
2	22/5/2018	Martes	1,871	0,424	0,568	0,787	0,296	0,111	0,064	0,233	1,292	0,817	0,556	0,000	0,552	1,012	0,538	0,921	2,154	0,719	0,747	1,122	0,321	1,634	0,000	4,545	0,763	5,543
3	23/5/2018	Miércoles	1,468	0,796	0,579	0,405	0,104	0,380	0,068	0,233	1,904	0,767	0,444	0,000	0,939	0,699	0,799	0,152	2,475	0,341	0,939	0,624	0,389	1,053	0,000	0,834	0,751	6,145
4	24/5/2018	Jueves	1,158	0,694	0,537	1,314	0,090	0,101	0,016	0,233	2,158	0,984	0,178	0,044	1,384	0,328	1,207	0,731	2,507	0,271	0,362	0,400	0,947	1,710	0,000	0,174	0,774	5,053
5	25/5/2018	Viernes	0,629	0,824	0,160	0,821	0,001	0,045	0,019	0,001	0,211	0,510	0,605	0,064	1,711	0,740	1,645	1,410	1,793	0,157	0,028	0,719	0,669	0,886	0,000	0,432	0,902	10,557
6	26/5/2018	Sábado	2,779	1,072	0,107	0,511	0,000	0,033	0,002	0,001	0,004	0,934	0,345	0,000	1,772	0,829	0,716	0,086	1,847	0,671	0,045	0,140	0,434	0,712	0,000	0,800	0,690	5,868
7	27/5/2018	Domingo	0,445	0,932	3,006	0,580	0,012	0,032	0,000	0,001	0,761	1,099	0,479	0,000	1,193	1,257	0,828	0,367	0,996	0,509	0,302	0,396	1,207	2,301	0,000	0,524	0,774	3,487
8	28/5/2018	Lunes	2,975	1,048	1,117	0,727	0,099	0,063	0,089	0,001	1,801	0,860	0,357	0,000	1,623	0,359	0,817	0,301	2,016	0,286	0,348	6,481	0,280	2,438	0,000	0,398	0,831	6,481
9	29/5/2018	Martes	2,068	0,727	0,481	0,433	0,000	0,076	0,072	0,003	1,815	0,917	0,352	0,000	1,691	0,882	0,583	0,310	2,236	0,286	0,957	0,204	0,314	1,429	0,000	0,736	0,697	3,053
10	30/5/2018	Miércoles	1,570	1,957	0,616	1,018	0,072	0,044	0,080	0,008	2,680	1,052	0,185	0,000	1,589	1,282	0,503	0,338	2,880	0,246	0,416	0,276	0,263	1,875	0,000	0,584	0,823	4,316
11	31/5/2018	Jueves	2,104	1,037	3,815	0,632	0,187	0,192	0,056	0,741	0,580	0,749	0,383	0,000	1,181	0,678	0,749	1,694	2,231	0,555	0,477	1,487	0,326	1,373	0,000	0,378	0,843	4,534
12	1/6/2018	Viernes	1,824	0,695	0,743	0,637	0,000	0,043	0,081	0,000	1,719	0,597	0,420	0,088	3,516	1,221	0,476	0,955	2,046	0,205	0,490	0,182	0,311	1,689	0,000	0,394	0,695	3,516
13	2/6/2018	Sábado	2,750	0,579	0,399	1,167	0,000	0,020	0,056	0,013	1,599	0,154	0,329	0,075	1,136	2,178	0,913	0,152	3,421	0,614	0,765	0,280	0,996	0,721	0,062	3,441	0,851	4,597
14	3/6/2018	Domingo	5,514	1,613	0,301	1,245	0,000	0,048	0,004	0,001	0,735	0,490	0,833	0,000	1,023	1,609	0,625	0,110	0,804	0,223	0,695	0,104	3,189	1,824	0,000	0,446	0,853	5,514
15	4/6/2018	Lunes	0,504	0,958	0,307	0,869	0,039	0,083	0,072	0,010	2,320	0,624	0,373	0,000	1,688	0,478	0,632	0,268	2,175	0,514	0,363	0,668	0,308	2,025	0,000	0,720	0,699	2,878
16	5/6/2018	Martes	1,842	0,547	0,264	0,611	0,121	0,074	0,045	0,000	0,655	0,894	1,865	0,000	1,423	0,335	0,573	0,222	2,649	0,262	0,401	0,188	0,300	1,371	0,000	0,636	0,720	5,272
17	6/6/2018	Miércoles	1,354	0,772	0,300	0,516	0,104	0,080	0,105	0,001	2,215	0,918	0,080	0,000	4,929	0,274	0,782	0,172	2,317	0,480	1,146	0,741	0,396	1,197	0,012	0,819	0,816	11,917
18	7/6/2018	Jueves	2,005	0,650	0,960	0,434	0,356	0,040	0,062	0,009	5,047	0,829	0,235	0,000	2,850	0,179	0,700	0,320	2,292	0,343	0,400	0,273	0,289	1,367	0,000	0,337	0,853	9,466
19	8/6/2018	Viernes	1,557	1,442	0,482	0,614	0,001	0,160	0,003	0,001	1,508	0,620	0,033	0,000	2,132	0,172	0,546	0,212	2,263	0,223	0,260	0,598	1,146	1,758	0,000	0,723	0,826	7,064
20	9/6/2018	Sábado	1,616	1,834	0,274	1,025	0,000	0,038	0,064	0,001	1,302	0,354	0,736	0,000	3,456	0,305	0,543	0,132	3,101	0,565	0,398	0,583	0,177	0,322	0,014	0,201	0,794	5,080
21	10/6/2018	Domingo	1,438	1,894	0,527	0,554	0,007	0,037	0,078	0,001	1,468	0,712	1,727	0,000	2,059	1,359	0,751	0,143	2,074	0,612	0,408	0,162	2,464	1,498	0,000	0,420	0,843	3,606
22	11/6/2018	Lunes	2,028	1,484	0,536	0,827	0,103	0,213	0,006	0,001	1,391	2,532	0,263	0,000	1,753	0,376	0,636	0,239	2,818	0,369	0,486	0,451	0,193	2,463	0,000	1,566	0,723	3,097
23	12/6/2018	Martes	1,741	1,136	0,800	0,572	0,016	0,301	0,085	0,001	1,511	0,025	0,468	0,000	1,212	0,742	0,699	0,227	1,818	0,596	0,421	0,369	0,354	3,849	0,000	0,789	0,701	3,849
24	13/6/2018	Miércoles	1,995	1,053	0,430	0,646	0,005	0,246	0,076	0,000	2,472	0,041	0,650	0,000	1,787	0,773	0,578	0,378	1,943	0,544	0,446	0,892	0,173	2,062	0,000	1,486	0,755	5,142
25	14/6/2018	Jueves	2,442	0,911	0,000	0,583	0,142	0,093	0,059	0,003	2,491	0,018	0,310	0,000	1,053	0,460	0,810	0,147	2,274	0,177	0,759	0,243	0,357	1,947	0,166	1,394	0,733	6,252
26	15/6/2018	Viernes	1,341	2,368	3,540	0,696	0,013	0,129	0,083	0,000	1,119	0,019	0,107	0,000	1,459	0,475	1,768	0,146	3,130	0,227	0,544	0,701	2,967	1,934	0,000	0,314	0,734	3,540
27	16/6/2018	Sábado	1,275	0,462	0,224	0,471	0,000	0,071	0,066	0,001	1,058	0,012	0,236	0,000	1,859	0,717	0,868	0,160	2,572	0,263	0,566	1,239	2,729	1,511	0,000	0,987	0,728	3,316
28	17/6/2018	Domingo	1,327	0,706	0,417	0,442	0,000	0,061	0,058	0,001	0,668	0,383	0,894	0,000	2,167	1,113	1,124	0,062	0,682	0,272	0,510	0,396	1,981	1,629	0,000	1,074	0,605	2,642
29	18/6/2018	Lunes	1,688	1,145	0,557	0,541	0,016	0,109	0,077	0,001	1,225	0,943	0,565	0,000	1,489	0,487	0,503	0,242	2,634	0,877	0,488	1,053	1,691	2,570	0,000	0,401	0,698	3,147
30	19/6/2018	Martes	2,067	0,732	0,347	0,509	0,029	0,152	0,062	0,000	1,591	0,709	0,318	0,220	1,741	0,423	0,892	0,258	2,039	0,187	0,609	0,711	0,297	1,717	0,000	0,373	0,785	9,622
31	20/6/2018	Miércoles	1,507	1,220	0,278	0,612	0,127	0,053	0,061	0,000	1,675	1,729	0,372	0,000	4,725	1,034	0,663	0,156	2,751	0,248	0,604	0,657	0,683	2,503	0,000	0,755	0,822	4,725
32	21/6/2018	Jueves	1,436	1,116	0,806	0,695	0,064	0,254	0,078	0,217	0,701	0,780	0,257	0,000	1,397	0,627	0,675	0,165	2,479	0,196	0,181	0,187	0,693	1,849	0,000	0,478	0,666	2,927
33	22/6/2018	Viernes	4,810	0,742	0,311	0,479	0,018	0,042	0,070	0,401	1,490	0,461	0,863	0,000	0,284	0,657	0,679	0,060	2,412	0,711	0,004	0,733	0,296	4,009	0,000	3,687	0,787	4,810
34	23/6/2018	Sábado	1,305	1,937	0,417	0,582	0,000	0,054	0,084	0,680	1,139	0,727	0,864	0,000	2,382	0,837	0,681	1,627	3,011	0,613	0,003	0,335	0,712	1,796	0,000	0,463	0,778	3,758
35	24/6/2018	Domingo	1,368	1,133	2,791	0,819	0,005	0,038	0,066	0,001	11,439	0,750	0,652	0,000	2,022	0,879	0,892	0,034	0,375	0,227	0,227	0,265	1,387	1,705	0,000	0,815	0,990	11,439
36	25/6/2018	Lunes	2,696	1,140	0,545	0,568	0,064	0,062	0,062	0,002	2,601	0,691	0,271	0,000	1,274	0,595	0,679	0,111	2,137	0,178	0,765	0,645	0,630	2,691	0,000	0,365	0,658	3,378
37	26/6/2018	Martes	1,644	0,739	0,386	0,562	0,071	0,179	0,060	0,000	0,915	1,013	0,532	0,000	1,572	0,641	0,568	0,780	2,729	0,119	0,336	0,234	0,564	1,803	0,000	0,324	0,652	3,995
38	27/6/2018	Miércoles	2,871	0,653	0,905	1,252	0,115	0,051	0,015	0,002	1,009	0,745	0,617	0,000	1,245	0,724	0,435	0,122	2,785	0,233	0,531	0,480	0,442	2,174	0,000	0,752	0,693	3,661
39	28/6/2018	Jueves	0,579	1,126	0,463	0,871	0,029	0,047	0,061	0,744	1,533	0,920	0,349	0,000	1,162	0,635	0,416	0,148	3,265	0,256	0,564	0,661	0,368	3,282	0,000	0,465	0,707	4,280
40	29/6/2018	Viernes	3,164	0,744	1,043	0,549	0,009	0,060	0,009	0,000	1,914	0,928	0,458	0,085	1,445	0,793	0,382	1,379	2,768	0,731	0,629	0,747	0,379	1,794	0,000	0,151	0,715	4,557
41	30/6/2018	Sábado	0,921	2,401	0,690	1,067	0,028	0,079	0,059	0,001	1,308	0,056	0,006	0,063	1,842	1,003	1,328	0,152	2,360	0,381	0,660	0,794	0,322	1,464	0,000	1,026	0,824	5,239
42	1/7/2018	Domingo	0,861	0,946	0,702	0,417	0,000	0,053	0,061	0,001	1,241	0,318	0,373	0,000	3,515	0,797	0,403	1,132	1,816	0,267	0,777	0,334	1,275	1,372	0,501	0,294	0,775	4,803
43	2/7/2018	Lunes	1,041	1,155	0,399	0,716	0,034	0,105	0,069	0,002	2,091	1,469	0,536	0,000	4,231	0,522	0,720	0,210	1,999	0,212	0,433	0,310	1,025	0,159	0,000	0,508	0,741	4,268
44	3/7/2018	Martes	1,191	0,794	2,355	0,739	0,036	0,105	0,069	0,652	1,652	1,106	0,630	0,000	1,684	0,586	0,673	0,268	2,224	0,219	0,318	0,359	0,845	0,214	0,000	0,781	0,763	4,654
45	4/7/2018	Miércoles	1,317	0,375	0,943	0,650	0,005	0,053	0,055	0,001	1,645	0,753	0,656	0,000	1,560	0,551	0,482	0,341	2,212	0,183	1,059	0,486	0,569	0,192	0,000	2,083	0,710	3,952
46	5/7/2018	Jueves	1,276	0,812	0,897	0,537	0,187	0,037	0,058	0,001	1,320	0,812	0,502	0,000	1,418	0,672	1,049	0,231	2,218	0,519	0,381	0,254	0,620	0,180	0,000	0,554	0,724	3,954
47	6/7/2018	Viernes	1,145	0,608	0,217	0,706	0,080	0,058	0,139	0,000	2,640	0,699	0,225	0,000	1,361	0,542	0,629	0,140	1,721	0,170	0,456	0,248	0,561	2,373	0,000	0,599	0,717	4,857
48	7/7/2018	Sábado	0,587	0,860	0,221	0,680	0,001	0,233	0,066	0,919	0,799	0,935	0,445	0,000	1,726	0,328	0,743	0,160	2,680	0,127	0,664	0,245	0,507	1,935	0,000	0,134	0,713	4,908
49	8/7/2018	Domingo	0,794	1,499	0,214	1,010	0,000	0,070	0,063	0,001	0,784	0,630	0,570	0,000	2,591	0,879	0,509	0,124	0,315	0,452	0,550	0,654	1,464	1,588	0,000	0,737	0,767	4,694
50	9/7/2018	Lunes	1,147	0,733	0,641	0,721	0,344	0,072	0,080	0,000	1,098	0,871	0,336	0,000	2,582	0,454	0,762	0,214	2,157	0,507	0,557	0,549	0,187	1,187	0,000	1,914	0,778	5,262
51	10/7/2018	Martes	2,022	0,287	0,685	0,520	0,027	0,067	0,064	0,001	1,627	1,856	0,494	0,000	1,504	0,466	0,651	0,248	1,980	0,266	0,619	0,595	0,707	1,148	0,000	0,703	0,727	4,029
52	11/7/2018	Miércoles	1,159	0,707	0,393	0,642	0,064	0,062	0,062	0,001	1,870	1,108	0,812	0,000	1,514	0,787	0,609	0,164	1,778	0,264	0,721	0,450	0,507	1,335	0,000	1,079	0,710	3,024
53	12/7/2018	Jueves	1,298	0,746	3,932	0,701	0,218	0,082	0,010	0,000	1,292	1,163	0,321	0,000	4,031	0,814	0,822	0,350	2,598	0,218	0,666	0,756	2,245	1,462	0,000	0,223	0,794	4,031
54	13/7/2018	Viernes	0,771	1,598	0,277	0,966	0,051	0,630	0,208	0,002	1,239	0,694	0,202	0,000	1,989	0,854	0,694	0,578	1,962	0,149	0,654	0,504	2,773	1,796	0,000	0,406	0,780	5,988
55	14/7/2018	Sábado	0,772	1,598	0,277	0,966	0,052	0,630	0,208	0,002	1,239	0,694	0,202	0,000	1,989	0,854	0,694	0,579	1,963	0,148	0,653	0,504	2,773	1,796	0,000	0,405	0,797	5,988
56	15/7/2018	Domingo	1,138	1,422	0,444	0,581	0,000	0,213	0,063	0,005	0,683	0,620	1,487	0,000	2,540	0,724	0,580	0,196	0,985	0,185	0,922	0,231	2,149	1,718	0,000	0,439	0,787	4,096
57	16/7/2018	Lunes	1,493	0,833	0,846	0,459	1,012	0,056	0,069	0,030	1,751	1,500	0,289	0,000	2,882	0,478	0,286	0,224	1,944	0,298	0,593	0,864	0,571	1,923	0,000	0,529	0,858	4,478
58	17/7/2018	Martes	1,106	0,234	0,623	0,672	0,028	0,088	0,065	0,001	2,606	1,615	0,211	0,000	1,286	0,535	0,589	0,249	1,574	0,454	0,559	0,450	0,551	3,643	0,000	1,379	0,765	3,643
59	18/7/2018	Miércoles	1,452	0,970	0,210	0,653	0,036	0,071	0,057	0,001	1,740	1,615	0,465	0,000	1,841	1,423	0,547	0,230	2,096	0,251	0,598	1,532	1,072	4,420	0,000	1,675	0,792	6,321
PROMEDIO POR USUARIO (m3/día)			1,637	1,024	0,780	0,705	0,079	0,114	0,064	0,092	1,704	0,805	0,485	0,011	1,917	0,729	0,715	0,362	2,159	0,350	0,529	0,642	0,892	1,757	0,013	0,846	0,761	VALOR PROMEDIO DEL SECTOR
CONSUMO MÁXIMO	m3/día		5,514	2,401	3,932	1,314	1,012	0,630	0,208	0,919	11,439	2,532	1,865	0,220	4,929	2,178	1,768	1,694	3,421	0,877	1,146	6,481	3,189	4,420	0,501	4,545	11,917	VALOR MÁXIMO DEL SECTOR
	Fecha		3/6/2018	30/6/2018	12/7/2018	24/5/2018	16/7/2018	13/7/2018	14/7/2018	7/7/2018	24/6/2018	11/6/2018	5/6/2018	19/6/2018	6/6/2018	2/6/2018	15/6/2018	31/5/2018	2/6/2018	18/6/2018	6/6/2018	28/5/2018	3/6/2018	18/7/2018	1/7/2018	22/5/2018		
CONSUMO MÍNIMO	m3/día		0,344	0,234	0,107	0,405	0,005	0,020	0,002	0,001	0,004	0,012	0,006	0,044	0,284	0,172	0,286	0,034	0,315	0,119	0,003	0,104	0,173	0,159	0,012	0,134	0,001	VALOR MÍNIMO DEL SECTOR
	Fecha		21/5/2018	17/7/2018	26/5/2018	23/5/2018	13/6/2018	2/6/2018	26/5/2018	9/6/2018	26/5/2018	16/6/2018	30/6/2018	24/5/2018	22/6/2018	8/6/2018	16/7/2018	24/6/2018	8/7/2018	26/6/2018	23/6/2018	3/6/2018	13/6/2018	2/7/2018	6/6/2018	7/7/2018		
																									n (MATRIZ)=	5900	VALORES DEL SECTOR
VARIANZA			0,870	0,229	0,789	0,050	0,022	0,015	0,001	0,048	2,252	0,226	0,124	0,001	0,904	0,132	0,072	0,151	0,418	0,035	0,058	0,702	0,663	0,767	0,005	0,701	0,86	σ
DESVIACIÓN ESTANDAR			0,933	0,478	0,888	0,224	0,149	0,122	0,038	0,218	1,501	0,475	0,352	0,035	0,951	0,363	0,268	0,389	0,646	0,186	0,241	0,838	0,815	0,876	0,069	0,837	0,531	MEDIANA
COEFICIENTE VARIACIÓN			56,96%	46,69%	113,88%	31,73%	188,36%	106,91%	59,61%	238,64%	88,09%	59,01%	72,54%	325,68%	49,59%	49,80%	37,54%	107,24%	29,93%	53,17%	45,54%	130,54%	91,36%	49,87%	535,73%	98,97%		
MEDIANA			1,438	0,911	0,527	0,646	0,029	0,071	0,064	0,001	1,508	0,753	0,383	0,000	1,688	0,678	0,675	0,224	2,212	0,267	0,544	0,486	0,564	1,717	0,000	0,584		
CUARTIL 1			1,146	0,730	0,304	0,552	0,003	0,052	0,058	0,001	1,108	0,620	0,280	0,000	1,372	0,478	0,557	0,151	1,943	0,219	0,399	0,275	0,322	1,369	0,000	0,400		
CUARTIL 2			1,438	0,911	0,527	0,646	0,029	0,071	0,064	0,001	1,508	0,753	0,383	0,000	1,688	0,678	0,675	0,224	2,212	0,267	0,544	0,486	0,564	1,717	0,000	0,584		
CUARTIL 3			2,000	1,150	0,771	0,820	0,101	0,110	0,077	0,008	1,887	0,939	0,588	0,000	2,095	0,854	0,791	0,340	2,585	0,508	0,662	0,715	1,109	1,986	0,000	0,827		
RANGO ENTRE VALORES EXTREMOS			5,171	2,167	3,825	0,909	1,007	0,610	0,206	0,918	11,435	2,520	1,860	0,176	4,645	2,006	1,482	1,660	3,106	0,758	1,143	6,377	3,016	4,261	0,489	4,411		
RANGO EN CUARTILES			0,854	0,420	0,468	0,268	0,098	0,058	0,019	0,007	0,779	0,319	0,308	0,000	0,723	0,376	0,233	0,189	0,642	0,289	0,263	0,441	0,788	0,617	0,000	0,427		

Realizado por: Andrés Jordán

Para facilitar su representación gráfica, en la tabla 21 se presenta un cuadro resumen de los consumos diarios promedios de agua potable de cada uno de los predios que conforman la muestra estudiada.

En la figura 27 se graficaron los consumos promedios de agua potable para cada uno de los predios que conforman la muestra establecida. Se graficaron líneas horizontales que representan los valores de la mediana (rojo) y la media (celeste). Para el cálculo de los valores de media y mediana no se tomaron en consideración los consumos promedio de las viviendas 13 y 61 debido a que presentan volúmenes de agua altos a comparación del resto de la dispersión.

Tabla 21 Valores promediales de consumo diario por usuario

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

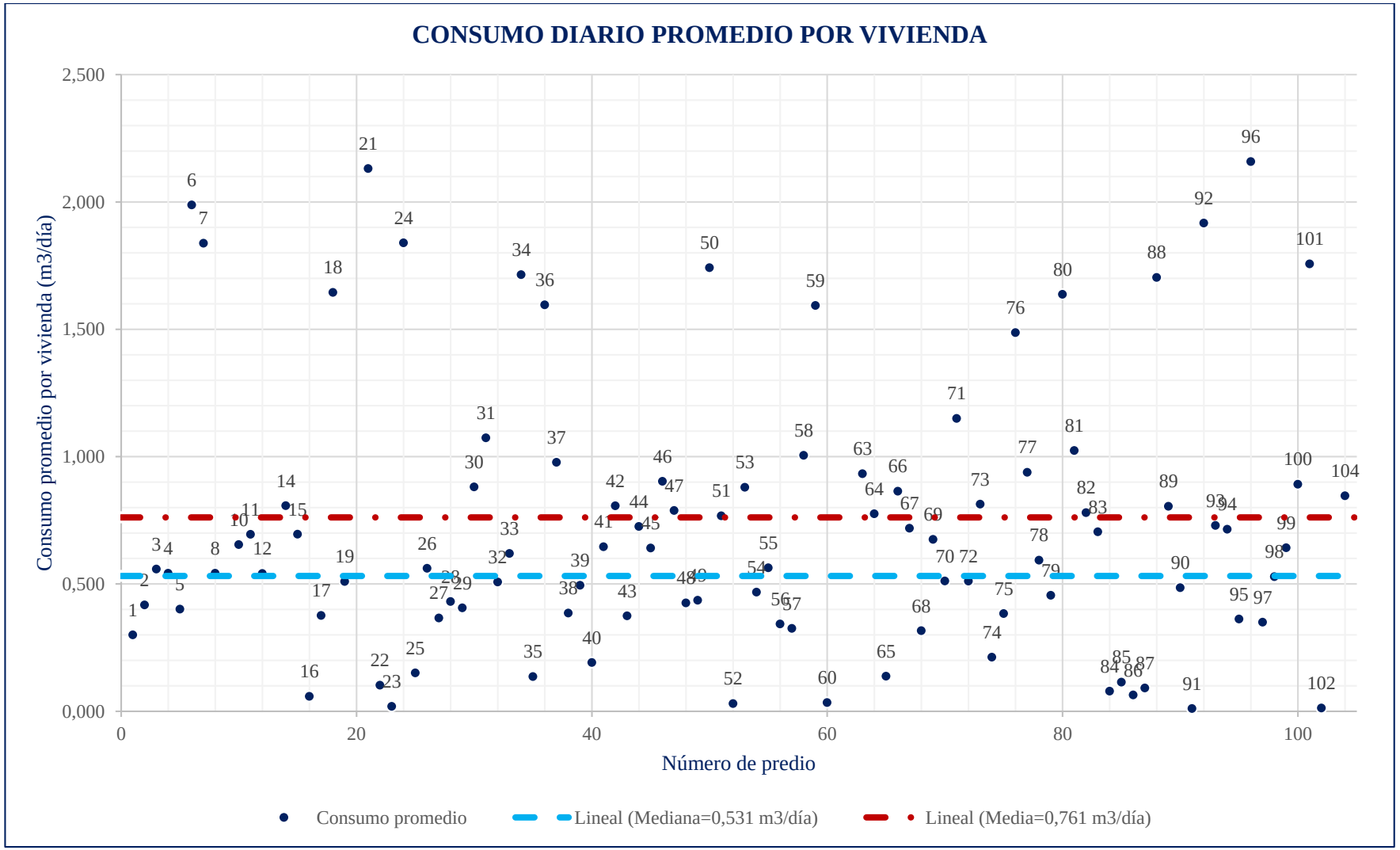
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DE LA CIUDAD DE AMBATO"
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR

USUARIO	VALOR PROMEDIAL m3/día	USUARIO	VALOR PROMEDIAL m3/día	USUARIO	VALOR PROMEDIAL m3/día
1	0,300	38	0,386	74	0,212
2	0,418	39	0,495	75	0,384
3	0,558	40	0,191	76	1,487
4	0,542	41	0,646	77	0,938
5	0,401	42	0,807	78	0,593
6	1,988	43	0,375	79	0,455
7	1,838	44	0,726	80	1,637
8	0,542	45	0,641	81	1,024
10	0,654	46	0,903	82	0,780
11	0,695	47	0,789	83	0,705
12	0,541	48	0,426	84	0,079
13	3,103	49	0,436	85	0,114
14	0,807	50	1,742	86	0,064
15	0,695	51	0,768	87	0,092
16	0,059	52	0,030	88	1,704
17	0,376	53	0,879	89	0,805
18	1,645	54	0,468	90	0,485
19	0,510	55	0,564	91	0,011
21	2,131	56	0,343	92	1,917
22	0,102	57	0,325	93	0,729
23	0,019	58	1,005	94	0,715
24	1,840	59	1,594	95	0,362
25	0,150	60	0,034	96	2,159
26	0,561	61	2,495	97	0,350
27	0,366	63	0,933	98	0,529
28	0,431	64	0,776	99	0,642
29	0,406	65	0,138	100	0,892
30	0,881	66	0,864	101	1,757
31	1,074	67	0,719	102	0,013
32	0,508	68	0,316	104	0,846
33	0,620	69	0,675	-	-
34	1,715	70	0,512	-	-
35	0,136	71	1,150	-	-
36	1,596	72	0,511	-	-
37	0,978	73	0,813	-	-

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 27 Consumo promedio por vivienda



Realizado por: Andrés Jordán.

Como se refleja en la figura 27 existe una variación notable entre cada uno de los consumos promedios de los predios analizados siendo el inmueble 96 el de mayor consumo (2,159 m3/día). Este se debe a que este inmueble corresponde a una vivienda de tipo residencial unifamiliar de tipo B que alberga a 6 habitantes. También de observa otro consumo máximo correspondiente al inmueble 21 (2,131 m3/día) caracterizado como residencia bifamiliar tipo B que alberga a 6 personas para el uso del servicio de agua potable.

A su vez, se determinaron consumos bajos (0,011 m3/día), como es el caso del predio 91 que corresponde a una residencia unifamiliar de tipo B que alberga a una persona. Otro de los volúmenes bajos calculados fue el del predio 102 (0,013 m3/día) caracterizada como establecimiento comercial custodiada por una persona.

Es importante destacar que cuando se presentan volúmenes máximos y mínimos muy alejados entre sí, el interés principal de análisis de estos datos está en el cálculo del promedio de todos los registros, el cual corresponde al comportamiento típico de los volúmenes consumidos esperados por los predios de la parroquia durante un día. Por tal motivo, al evaluar los datos se calculó el volumen de agua promedio consumido en un inmueble de 0,761 m3/día.

Adicionalmente, debido a la existencia de volúmenes alejados del promedio calculado pueden generar un sesgo importante en los resultados obtenidos, se optó por emplear la mediana, la cual permite determinar el punto central de la distribución de los datos donde se alcanza el 50% de las frecuencias acumuladas, y que constituye a una herramienta ideal para obtener valores centrales cuando se cuentan con datos que varían considerablemente entre el promedio y los picos. En efecto, se determinó que el valor de la mediana de la totalidad de la muestra es 0,531 m3/día, siendo este valor el que mejor representa al comportamiento de los usurarios debido a la naturaleza de la dispersión.

4.2.2.2 Consumo semanal

El consumo semanal comprende el consumo promedio para cada día de la semana de los inmuebles donde se levantó la información. En la tabla 22 se observa la tabulación de cada uno de estos consumos y el promedio para cada día, como también la demanda

promedio semanal por cada predio estudiado, y en la figura 28 se representa la variación en el consumo de agua potable de la parroquia Atocha – Ficoa a través de la semana.

Tabla 22 Valores de consumo semanal

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 DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DE LA CIUDAD DE AMBATO"
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

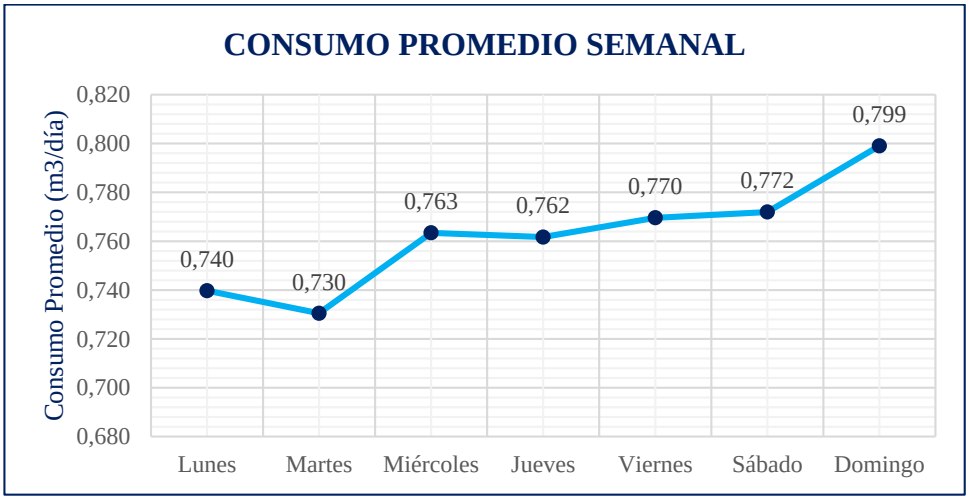
VALOR DEL CONSUMO SEMANALES DE AGUA POTABLE (m3)

Usuario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio semanal (m3)
1	0,522	0,167	0,373	0,303	0,162	0,311	0,243	0,297
2	0,390	0,362	0,521	0,299	0,420	0,493	0,435	0,417
3	0,617	0,627	0,595	0,488	0,551	0,376	0,634	0,555
4	0,640	0,462	0,311	0,679	0,403	0,568	0,758	0,546
5	0,391	0,569	0,536	0,436	0,247	0,240	0,352	0,396
6	1,700	1,539	1,573	2,084	1,920	2,468	2,779	2,009
7	1,041	1,042	1,850	1,601	2,534	2,433	2,563	1,866
8	0,713	0,675	0,649	0,638	0,585	0,286	0,195	0,534
10	1,116	0,558	0,473	0,434	0,596	0,866	0,515	0,651
11	0,913	0,811	0,876	0,455	0,557	0,520	0,668	0,686
12	0,806	0,543	0,487	0,264	0,478	0,424	0,762	0,537
13	2,961	3,344	2,801	2,892	3,890	2,694	3,167	3,107
14	0,903	0,793	0,829	0,813	0,786	0,878	0,636	0,805
15	0,549	0,575	0,505	0,794	0,658	1,071	0,773	0,704
16	0,065	0,076	0,061	0,068	0,079	0,048	0,011	0,058
17	0,293	0,299	0,338	0,375	0,408	0,538	0,407	0,380
18	1,713	1,984	1,251	1,988	1,491	1,258	1,826	1,644
19	0,374	0,324	1,091	0,392	0,354	0,655	0,343	0,505
21	2,228	2,368	2,320	2,183	2,846	1,407	1,500	2,122
22	0,092	0,083	0,037	0,193	0,131	0,192	0,002	0,104
23	0,020	0,020	0,020	0,021	0,019	0,016	0,017	0,019
24	1,204	1,131	2,438	2,574	2,207	2,171	1,246	1,853
25	0,124	0,249	0,000	0,208	0,153	0,328	0,000	0,152
26	0,407	0,295	0,434	0,510	0,404	1,152	0,795	0,571
27	0,251	0,305	0,301	0,347	0,295	0,517	0,577	0,370
28	0,369	0,351	0,493	0,527	0,399	0,380	0,507	0,432
29	0,644	0,334	0,329	0,262	0,498	0,400	0,362	0,404
30	0,672	1,421	0,700	0,517	1,498	0,627	0,712	0,878
31	1,444	1,090	1,067	0,839	1,040	0,412	1,576	1,067
32	0,445	0,476	0,438	0,463	0,526	0,759	0,469	0,511
33	0,846	0,579	0,780	0,566	0,394	0,620	0,511	0,614
34	1,720	2,109	2,300	2,271	1,568	0,898	1,013	1,697
35	0,071	0,059	0,094	0,110	0,153	0,227	0,263	0,139
36	1,489	1,299	1,421	1,527	1,582	2,166	1,760	1,606
37	1,025	1,060	1,079	1,167	0,842	0,803	0,840	0,974
38	0,341	0,420	0,419	0,337	0,365	0,332	0,481	0,385
39	0,649	0,322	0,259	0,525	0,375	1,209	0,158	0,499
40	0,092	0,182	0,198	0,392	0,182	0,221	0,087	0,193
41	0,775	0,604	0,604	0,468	0,648	0,634	0,784	0,645
42	1,359	1,157	0,638	0,489	0,361	0,627	0,926	0,794
43	0,396	0,466	0,270	0,442	0,415	0,341	0,292	0,375
44	0,475	0,767	0,809	0,542	0,580	0,920	1,005	0,728
45	0,493	0,561	0,528	0,949	0,604	0,768	0,628	0,647
46	0,236	0,466	0,841	0,282	1,786	1,655	1,200	0,924
47	0,904	0,789	0,561	1,041	0,865	0,629	0,746	0,791
48	0,328	0,333	0,325	0,288	0,319	0,687	0,735	0,431
49	0,335	0,512	0,446	0,343	0,561	0,298	0,558	0,436
50	1,527	1,553	1,658	1,793	1,591	2,050	2,082	1,751
51	0,732	0,503	0,831	0,695	1,047	0,869	0,727	0,772
52	0,031	0,038	0,026	0,035	0,034	0,023	0,025	0,030
53	1,108	1,045	0,681	0,732	0,870	0,747	0,949	0,876
54	0,346	0,515	0,458	0,737	0,417	0,325	0,485	0,469
55	0,505	0,537	0,650	0,740	0,536	0,366	0,610	0,564
56	0,389	0,152	0,254	0,450	0,555	0,416	0,211	0,347

57	0,208	0,121	0,216	0,168	0,532	0,381	0,706	0,333
58	0,707	0,788	1,225	1,055	1,234	0,908	1,155	1,010
59	1,306	1,405	2,140	1,458	1,581	1,407	1,850	1,592
60	0,029	0,044	0,029	0,031	0,029	0,028	0,048	0,034
61	2,102	2,253	2,688	2,140	1,759	3,208	3,370	2,503
63	0,896	1,070	0,808	0,909	0,929	1,184	0,737	0,933
64	0,809	0,689	0,646	0,841	0,504	0,733	1,231	0,779
65	0,128	0,110	0,132	0,276	0,160	0,111	0,050	0,138
66	0,847	0,848	0,839	0,931	0,754	1,147	0,691	0,865
67	0,445	0,724	0,706	1,148	0,540	0,654	0,847	0,724
68	0,193	1,106	0,142	0,183	0,096	0,215	0,216	0,307
69	0,681	0,696	0,715	0,791	0,615	0,768	0,448	0,674
70	0,488	1,036	0,666	0,447	0,238	0,211	0,413	0,500
71	1,199	0,981	1,570	0,960	1,101	1,027	1,175	1,145
72	0,613	0,520	0,577	0,556	0,439	0,320	0,532	0,508
73	0,659	0,673	0,701	0,761	0,588	0,725	1,635	0,820
74	0,177	0,122	0,092	0,158	0,341	0,340	0,285	0,217
75	0,198	0,301	0,286	0,285	0,552	0,421	0,689	0,390
76	1,944	1,617	1,608	1,976	1,421	1,091	0,665	1,474
77	0,833	0,831	1,001	1,070	0,950	0,953	0,948	0,941
78	0,561	0,589	0,452	0,631	0,739	0,749	0,455	0,596
79	0,497	0,381	0,378	0,362	0,367	0,509	0,707	0,457
80	1,546	1,728	1,633	1,537	1,905	1,501	1,611	1,637
81	1,033	0,624	0,945	0,887	1,128	1,343	1,268	1,033
82	0,629	0,723	0,517	1,426	0,847	0,326	1,050	0,788
83	0,714	0,601	0,710	0,721	0,684	0,809	0,706	0,706
84	0,206	0,069	0,070	0,159	0,022	0,010	0,003	0,077
85	0,091	0,128	0,116	0,106	0,146	0,145	0,069	0,114
86	0,067	0,065	0,064	0,050	0,076	0,076	0,049	0,064
87	0,031	0,099	0,027	0,244	0,051	0,202	0,002	0,094
88	1,828	1,518	1,912	1,890	1,480	1,056	2,222	1,701
89	1,128	0,995	0,970	0,782	0,566	0,483	0,625	0,793
90	0,367	0,603	0,476	0,317	0,364	0,395	0,877	0,486
91	0,000	0,024	0,000	0,006	0,030	0,017	0,000	0,011
92	2,075	1,407	2,237	1,809	1,737	2,020	2,139	1,918
93	0,484	0,625	0,839	0,549	0,682	0,881	1,077	0,734
94	0,619	0,641	0,600	0,804	0,852	0,811	0,714	0,720
95	0,218	0,387	0,228	0,473	0,610	0,381	0,271	0,367
96	2,197	2,156	2,360	2,483	2,262	2,619	1,006	2,155
97	0,390	0,345	0,310	0,317	0,322	0,423	0,343	0,350
98	0,530	0,552	0,718	0,474	0,383	0,469	0,549	0,525
99	1,349	0,470	0,682	0,533	0,554	0,515	0,318	0,632
100	0,572	0,473	0,499	0,731	1,138	1,081	1,890	0,912
101	1,858	1,868	1,868	1,646	2,030	1,282	1,704	1,751
102	0,000	0,000	0,001	0,021	0,000	0,010	0,063	0,013
104	0,741	1,141	1,119	0,500	0,838	0,932	0,594	0,838
CONSUMO PROMEDIO	**0,740 m3/día**	**0,730 m3/día**	**0,763 m3/día**	**0,762 m3/día**	**0,770 m3/día**	**0,772 m3/día**	**0,799 m3/día**	**0,762 m3/día**

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 28 Consumo promedio semanal



Realizado por: Andrés Jordán.

Como se puede apreciar en la figura 28, los volúmenes calculados se encuentran en un rango comprendido entre 0,730 m3/día y 0,799 m3/día, cuya diferencia es mínima (0,069 m3/día). La demanda del servicio de agua potable aumenta a medida que transcurre los días de la semana. El fin de semana es cuando se presentan mayores consumos de agua potable, siendo el domingo como el día de mayor consumo (0,799 m3/día). Por otro lado, el lunes y martes fueron determinados como los días de menor consumo durante la semana, 0,740 m3/día y 0,730 m3/día respectivamente.

Una vez analizada la información, se justifican los hábitos de consumo del servicio de agua potable de los moradores de la parroquia Atocha – Ficoa; uno de estos hábitos puede ser que los residentes del sector permanecen el mayor tiempo del día en sus viviendas durante el fin de semana realizando actividades de lavado de ropa, lavado de automóviles, limpieza del hogar, actividades de jardinería, entre otras.

4.2.2.3 Consumo per-cápita

Los valores de consumo per-cápita calculados constituyen uno de los factores fundamentales para la evaluación del diseño de la red de distribución que suministra el servicio de agua potable al sector, como también para realizar actividades de rediseño o mantenimiento.

El consumo per-cápita es la cantidad de agua potable utilizada diariamente por cada persona. Se determina dividiendo el volumen promedio de agua consumida en un día para el número habitantes de cada inmueble.

A continuación, en la tabla 23 se detalla el volumen de agua consumido por cada predio a través de la semana y el número de habitantes que este alberga en su interior, que al dividir el consumo promedio semanal de dicho predio para el número de usuarios da como resultado el consumo per-cápita para cada vivienda. Posteriormente, se calculó el consumo per-cápita promedio de la muestra estudiada cuyo valor será representativo para el sector.

Tabla 23 Consumo per-cápita

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

CONSUMO PER-CAPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE

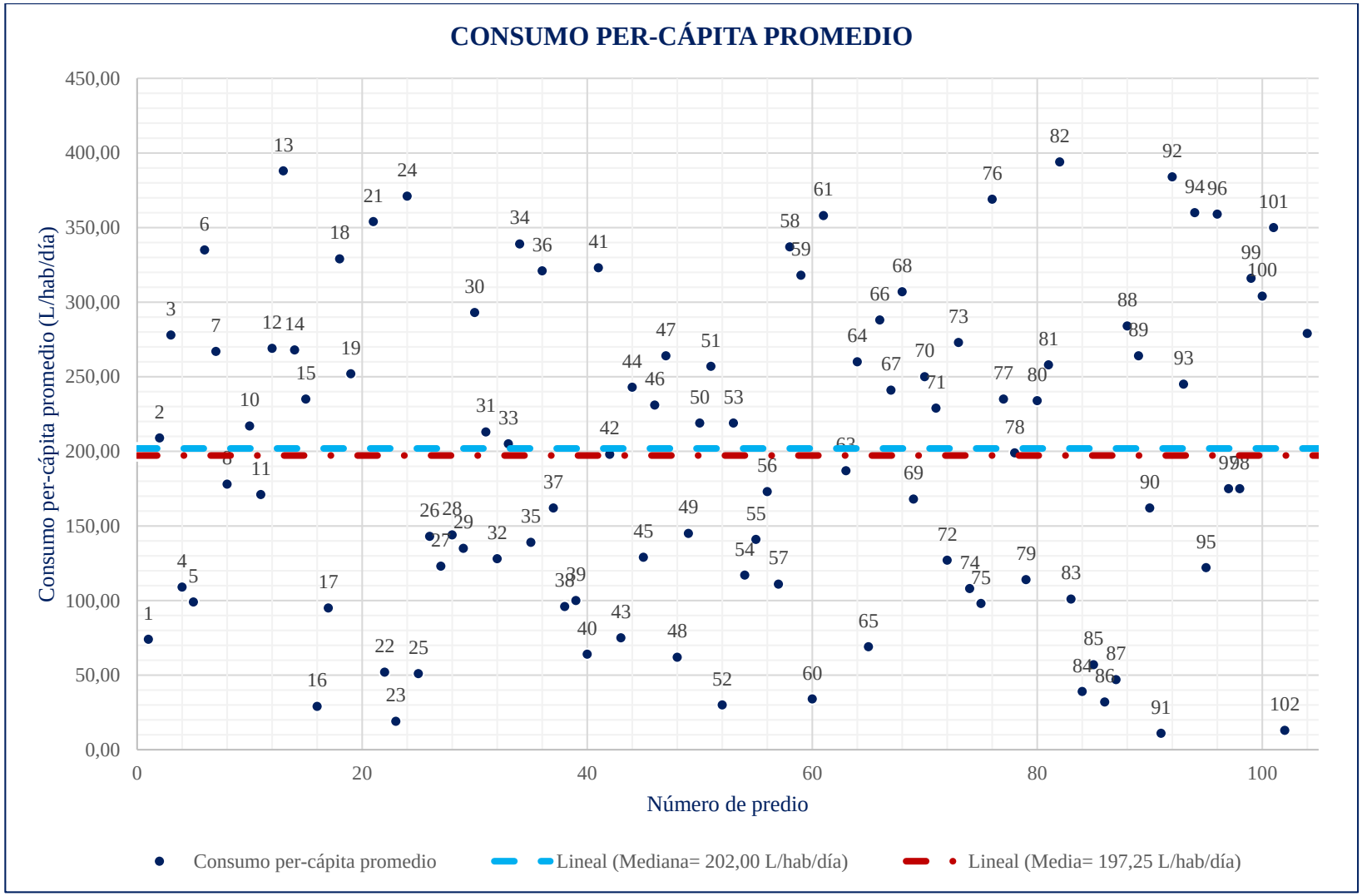
Usuario	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Volumen de agua promedio (m3/día)	Consumo Per - cápita (L/hab/día)
1	4	0,522	0,167	0,373	0,303	0,162	0,311	0,243	0,297	74,00
2	2	0,390	0,362	0,521	0,299	0,420	0,493	0,435	0,417	209,00
3	2	0,617	0,627	0,595	0,488	0,551	0,376	0,634	0,555	278,00
4	5	0,640	0,462	0,311	0,679	0,403	0,568	0,758	0,546	109,00
5	4	0,391	0,569	0,536	0,436	0,247	0,240	0,352	0,396	99,00
6	6	1,700	1,539	1,573	2,084	1,920	2,468	2,779	2,009	335,00
7	7	1,041	1,042	1,850	1,601	2,534	2,433	2,563	1,866	267,00
8	3	0,713	0,675	0,649	0,638	0,585	0,286	0,195	0,534	178,00
10	3	1,116	0,558	0,473	0,434	0,596	0,866	0,515	0,651	217,00
11	4	0,913	0,811	0,876	0,455	0,557	0,520	0,668	0,686	171,00
12	2	0,806	0,543	0,487	0,264	0,478	0,424	0,762	0,537	269,00
13	8	2,961	3,344	2,801	2,892	3,890	2,694	3,167	3,107	388,00
14	3	0,903	0,793	0,829	0,813	0,786	0,878	0,636	0,805	268,00
15	3	0,549	0,575	0,505	0,794	0,658	1,071	0,773	0,704	235,00
16	2	0,065	0,076	0,061	0,068	0,079	0,048	0,011	0,058	29,00
17	4	0,293	0,299	0,338	0,375	0,408	0,538	0,407	0,380	95,00
18	5	1,713	1,984	1,251	1,988	1,491	1,258	1,826	1,644	329,00
19	2	0,374	0,324	1,091	0,392	0,354	0,655	0,343	0,505	252,00
21	6	2,228	2,368	2,320	2,183	2,846	1,407	1,500	2,122	354,00
22	2	0,092	0,083	0,037	0,193	0,131	0,192	0,002	0,104	52,00
23	3	0,020	0,020	0,020	0,021	0,019	0,016	0,017	0,019	6,00
24	5	1,204	1,131	2,438	2,574	2,207	2,171	1,246	1,853	371,00
25	3	0,124	0,249	0,000	0,208	0,153	0,328	0,000	0,152	51,00
26	4	0,407	0,295	0,434	0,510	0,404	1,152	0,795	0,571	143,00
27	3	0,251	0,305	0,301	0,347	0,295	0,517	0,577	0,370	123,00
28	3	0,369	0,351	0,493	0,527	0,399	0,380	0,507	0,432	144,00
29	3	0,644	0,334	0,329	0,262	0,498	0,400	0,362	0,404	135,00
30	3	0,672	1,421	0,700	0,517	1,498	0,627	0,712	0,878	293,00
31	5	1,444	1,090	1,067	0,839	1,040	0,412	1,576	1,067	213,00
32	4	0,445	0,476	0,438	0,463	0,526	0,759	0,469	0,511	128,00
33	3	0,846	0,579	0,780	0,566	0,394	0,620	0,511	0,614	205,00
34	5	1,720	2,109	2,300	2,271	1,568	0,898	1,013	1,697	339,00
35	1	0,071	0,059	0,094	0,110	0,153	0,227	0,263	0,139	139,00
36	5	1,489	1,299	1,421	1,527	1,582	2,166	1,760	1,606	321,00
37	6	1,025	1,060	1,079	1,167	0,842	0,803	0,840	0,974	162,00
38	4	0,341	0,420	0,419	0,337	0,365	0,332	0,481	0,385	96,00
39	5	0,649	0,322	0,259	0,525	0,375	1,209	0,158	0,499	100,00
40	3	0,092	0,182	0,198	0,392	0,182	0,221	0,087	0,193	64,00
41	2	0,775	0,604	0,604	0,468	0,648	0,634	0,784	0,645	323,00
42	4	1,359	1,157	0,638	0,489	0,361	0,627	0,926	0,794	198,00
43	5	0,396	0,466	0,270	0,442	0,415	0,341	0,292	0,375	75,00
44	3	0,475	0,767	0,809	0,542	0,580	0,920	1,005	0,728	243,00
45	5	0,493	0,561	0,528	0,949	0,604	0,768	0,628	0,647	129,00
46	4	0,236	0,466	0,841	0,282	1,786	1,655	1,200	0,924	231,00
47	3	0,904	0,789	0,561	1,041	0,865	0,629	0,746	0,791	264,00
48	7	0,328	0,333	0,325	0,288	0,319	0,687	0,735	0,431	62,00
49	3	0,335	0,512	0,446	0,343	0,561	0,298	0,558	0,436	145,00
50	8	1,527	1,553	1,658	1,793	1,591	2,050	2,082	1,751	219,00
51	3	0,732	0,503	0,831	0,695	1,047	0,869	0,727	0,772	257,00
52	1	0,031	0,038	0,026	0,035	0,034	0,023	0,025	0,030	30,00
53	4	1,108	1,045	0,681	0,732	0,870	0,747	0,949	0,876	219,00
54	4	0,346	0,515	0,458	0,737	0,417	0,325	0,485	0,469	117,00
55	4	0,505	0,537	0,650	0,740	0,536	0,366	0,610	0,564	141,00
56	2	0,389	0,152	0,254	0,450	0,555	0,416	0,211	0,347	173,00
57	3	0,208	0,121	0,216	0,168	0,532	0,381	0,706	0,333	111,00
58	3	0,707	0,788	1,225	1,055	1,234	0,908	1,155	1,010	337,00
59	5	1,306	1,405	2,140	1,458	1,581	1,407	1,850	1,592	318,00
60	1	0,029	0,044	0,029	0,031	0,029	0,028	0,048	0,034	34,00
61	7	2,102	2,253	2,688	2,140	1,759	3,208	3,370	2,503	358,00
63	5	0,896	1,070	0,808	0,909	0,929	1,184	0,737	0,933	187,00
64	3	0,809	0,689	0,646	0,841	0,504	0,733	1,231	0,779	260,00

65	2	0,128	0,110	0,132	0,276	0,160	0,111	0,050	0,138	69,00
66	3	0,847	0,848	0,839	0,931	0,754	1,147	0,691	0,865	288,00
67	3	0,445	0,724	0,706	1,148	0,540	0,654	0,847	0,724	241,00
68	1	0,193	1,106	0,142	0,183	0,096	0,215	0,216	0,307	307,00
69	4	0,681	0,696	0,715	0,791	0,615	0,768	0,448	0,674	168,00
70	2	0,488	1,036	0,666	0,447	0,238	0,211	0,413	0,500	250,00
71	5	1,199	0,981	1,570	0,960	1,101	1,027	1,175	1,145	229,00
72	4	0,613	0,520	0,577	0,556	0,439	0,320	0,532	0,508	127,00
73	3	0,659	0,673	0,701	0,761	0,588	0,725	1,635	0,820	273,00
74	2	0,177	0,122	0,092	0,158	0,341	0,340	0,285	0,217	108,00
75	4	0,198	0,301	0,286	0,285	0,552	0,421	0,689	0,390	98,00
76	4	1,944	1,617	1,608	1,976	1,421	1,091	0,665	1,474	369,00
77	4	0,833	0,831	1,001	1,070	0,950	0,953	0,948	0,941	235,00
78	3	0,561	0,589	0,452	0,631	0,739	0,749	0,455	0,596	199,00
79	4	0,497	0,381	0,378	0,362	0,367	0,509	0,707	0,457	114,00
80	7	1,546	1,728	1,633	1,537	1,905	1,501	1,611	1,637	234,00
81	4	1,033	0,624	0,945	0,887	1,128	1,343	1,268	1,033	258,00
82	2	0,629	0,723	0,517	1,426	0,847	0,326	1,050	0,788	394,00
83	7	0,714	0,601	0,710	0,721	0,684	0,809	0,706	0,706	101,00
84	2	0,206	0,069	0,070	0,159	0,022	0,010	0,003	0,077	39,00
85	2	0,091	0,128	0,116	0,106	0,146	0,145	0,069	0,114	57,00
86	2	0,067	0,065	0,064	0,050	0,076	0,076	0,049	0,064	32,00
87	2	0,031	0,099	0,027	0,244	0,051	0,202	0,002	0,094	47,00
88	6	1,828	1,518	1,912	1,890	1,480	1,056	2,222	1,701	284,00
89	3	1,128	0,995	0,970	0,782	0,566	0,483	0,625	0,793	264,00
90	3	0,367	0,603	0,476	0,317	0,364	0,395	0,877	0,486	162,00
91	1	0,000	0,024	0,000	0,006	0,030	0,017	0,000	0,011	11,00
92	5	2,075	1,407	2,237	1,809	1,737	2,020	2,139	1,918	384,00
93	3	0,484	0,625	0,839	0,549	0,682	0,881	1,077	0,734	245,00
94	2	0,619	0,641	0,600	0,804	0,852	0,811	0,714	0,720	360,00
95	3	0,218	0,387	0,228	0,473	0,610	0,381	0,271	0,367	122,00
96	6	2,197	2,156	2,360	2,483	2,262	2,619	1,006	2,155	359,00
97	2	0,390	0,345	0,310	0,317	0,322	0,423	0,343	0,350	175,00
98	3	0,530	0,552	0,718	0,474	0,383	0,469	0,549	0,525	175,00
99	2	1,349	0,470	0,682	0,533	0,554	0,515	0,318	0,632	316,00
100	3	0,572	0,473	0,499	0,731	1,138	1,081	1,890	0,912	304,00
101	5	1,858	1,868	1,868	1,646	2,030	1,282	1,704	1,751	350,00
102	1	0,000	0,000	0,001	0,021	0,000	0,010	0,063	0,013	13,00
104	3	0,741	1,141	1,119	0,500	0,838	0,932	0,594	0,838	279,00
3,62		**Promedio de personas por vivienda**				**Consumo promedio del sector**			**0,762**	**197,25**
									m3/día	**L/hab/día**
Consumo promedio por día m3/día		**0,740**	**0,730**	**0,763**	**0,762**	**0,770**	**0,772**	**0,799**	**Mediana L/hab/día**	**202,00**

Realizado por: Andrés Jordán.

Para facilitar la interpretación y análisis de resultados, en la figura 29 se graficaron el consumo per-cápita promedio para cada uno de los predios, como también el consumo per-cápita promedio de la totalidad de la muestra y el valor de su mediana. A su vez, se presenta la georreferenciación de los resultados de consumo per-cápita en el mapa de la parroquia (figura 30).

Figura 29 Consumo per-cápita



Realizado por: Andrés Jordán.

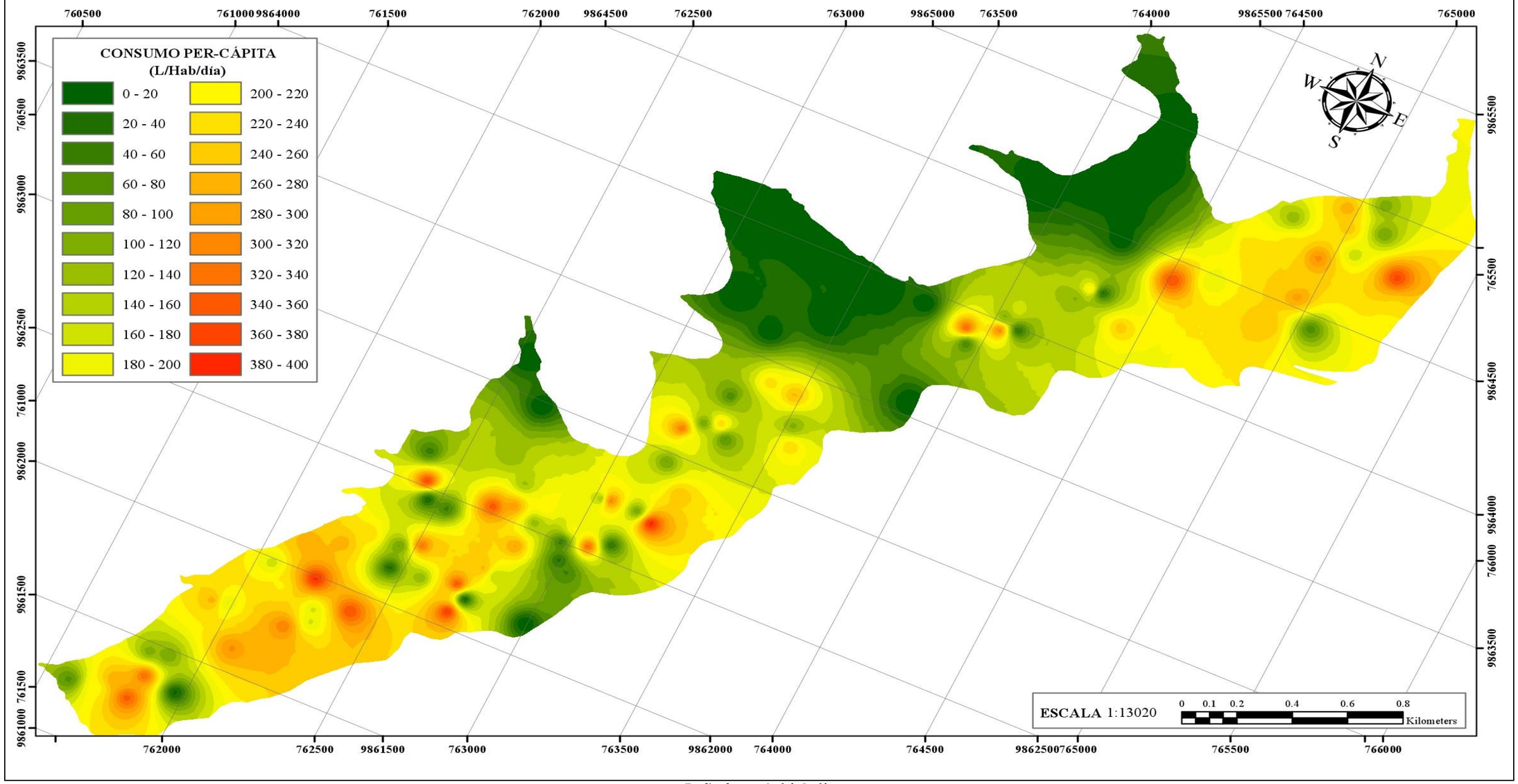
Figura 30 Interpolación de consumos per-cápita

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 DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

INTERPOLACIÓN DE CONSUMOS PER-CÁPITA



Realizado por: Andrés Jordán

En la presente investigación se calculó el consumo per-cápita que varía notablemente entre los usuarios de la misma parroquia, como se puede apreciar en la figura 29, cuyo valor máximo de consumo por persona es de 394 L/hab/día correspondiente al predio 82 identificado como residencia unifamiliar tipo C que alberga a 2 personas aproximadamente durante un día.

Es importante mencionar que se determinaron consumos per-cápita inferiores a 100 L/hab/día en varios de los predios analizados. Mediante la interpretación de estos valores, la observación y el desarrollo de las encuestas respondidas por los habitantes se puede aducir que un número considerable de residentes de la parroquia hacen uso del servicio de agua potable en menor escala debido a que la gran parte de sus actividades diarias los llevan a cabo fuera de su domicilio.

De igual manera, se registraron valores de consumo per-cápita superiores a 300 L/hab/día en un número considerable de predios analizados. Asimismo, se puede concluir que en la parroquia Atocha – Ficoa existe un consumo de agua potable excesivo debido a la naturaleza del sector, en el cual predominan las edificaciones con grandes áreas de construcción con vastas áreas verdes para su recreación y actividades de jardinería. Con estos consumos per-cápita calculados en el sector y los resultados analizados en las encuestas, se aprecia que existe una relación directa entre el uso del servicio de agua potable con el nivel socio-económico, el cual fue determinado como alto.

El consumo per-cápita promedio calculado de la totalidad de la muestra fue de 197,25 L/hab/día. En la tabla 2 extraída de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en cuanto a la Norma Hidrosanitaria se recomiendan valores de dotación media futura diaria para cada habitante en función al tipo de edificación; el presente caso de estudio corresponde a bloques de vivienda con una dotación entre 200 a 350 L/hab/día. Al comparar la dotación recomendada y el consumo per-cápita calculado del sector se puede deducir que los hábitos de consumo de agua potable no sobrepasan el rango propuesto por la normativa, por tal motivo, los consumidores del sector están abastecidos satisfactoriamente del servicio de agua potable,

4.2.2.4 Consumo horario

Como se mencionó en el literal 4.1.3 de la presente investigación, se realizó el registro de los volúmenes de agua consumida en una vivienda durante 24 horas durante una semana completa. El predio seleccionado para el registro fue el inmueble 44 categorizada como residencia unifamiliar de tipo B que alberga a 3 personas, esta se encuentra ubicada en las calles Los Tomates y Las Chirimoyas, aproximadamente en el centro de la parroquia en estudio. Esta residencia fue considerada para el análisis debido a la excelente condición con la que se encuentra el micromedidor y que su volumen de agua consumido diariamente analizado anteriormente no se aleja del volumen promedio calculado para la zona, por lo que proveería de valores que se pueden relacionar con gran parte de la muestra.

A continuación, se presenta el registro de volúmenes de agua consumidos en litros en un intervalo de tiempo de 2 horas durante una semana y su representación gráfica en la figura 31. Adicionalmente se calcularon los volúmenes promedios y porcentaje de consumo para cada intervalo, como también del volumen diario total y el volumen promedio en un intervalo de 2 horas para cada día de la semana.

Tabla 24 Consumos horarios en intervalos de 2 horas

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

CONSUMO HORARIO EN INTERVALO DE 2 HORAS (Litros)									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DOM 15/08 - DOM 22/08							PROMEDIO POR HORA	% CONSUMO
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00-02:00	7,00	0,00	28,00	5,00	19,00	8,00	0,00	9,57	16,35%
02:00-04:00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,49%
04:00-06:00	4,00	12,00	0,00	11,00	13,00	5,00	0,00	6,43	10,98%
06:00-08:00	123,00	72,00	41,00	112,00	96,00	0,00	1,00	63,57	108,60%
08:00-10:00	111,00	77,00	130,00	57,00	27,00	397,00	14,00	116,14	198,41%
10:00-12:00	0,00	11,00	106,00	0,00	3,00	42,00	169,00	47,29	80,78%
12:00-14:00	2,00	1,00	24,00	2,00	1,00	300,00	283,00	87,57	149,60%
14:00-16:00	2,00	0,00	10,00	1,00	18,00	301,00	18,00	50,00	85,42%
16:00-18:00	1,00	14,00	1,00	9,00	4,00	229,00	0,00	36,86	62,97%
18:00-20:00	2,00	95,00	0,00	23,00	2,00	551,00	17,00	98,57	168,40%
20:00-22:00	34,00	192,00	47,00	17,00	23,00	180,00	6,00	71,29	121,78%
22:00-24:00	33,00	559,00	26,00	51,00	8,00	13,00	114,00	114,86	196,22%
TOTAL	**319,00**	**1033,00**	**413,00**	**290,00**	**214,00**	**2026,00**	**622,00**	**PROMEDIO MATRIZ**	**58,536**
Promedio	**26,58**	**86,08**	**34,42**	**24,17**	**17,83**	**168,83**	**51,83**		
Máximo	**123,00**	**559,00**	**130,00**	**112,00**	**96,00**	**551,00**	**283,00**		
Mínimo	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**5,00**	**1,00**		

Realizado por: Andrés Jordán

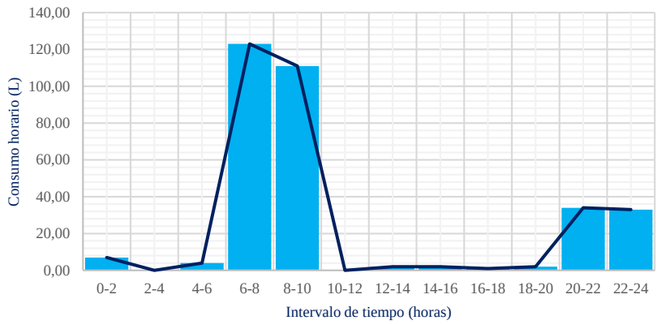
Figura 31 Variación de consumos horarios por día (intervalos de 2 horas)

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

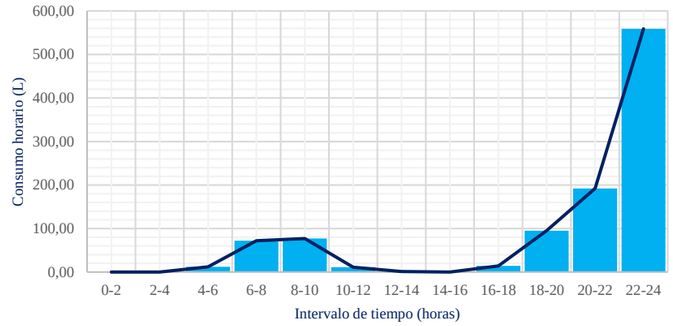
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DE LA CIUDAD DE AMBATO"
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO POR DIA

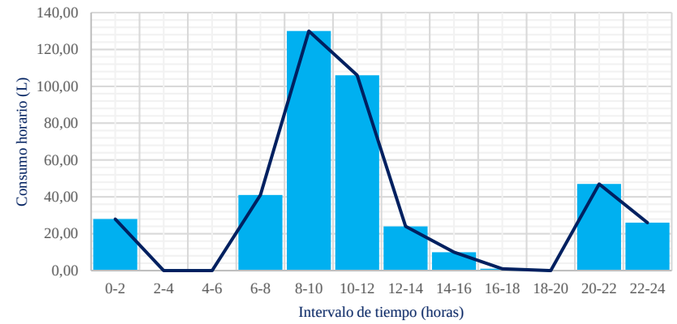
VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA LUNES



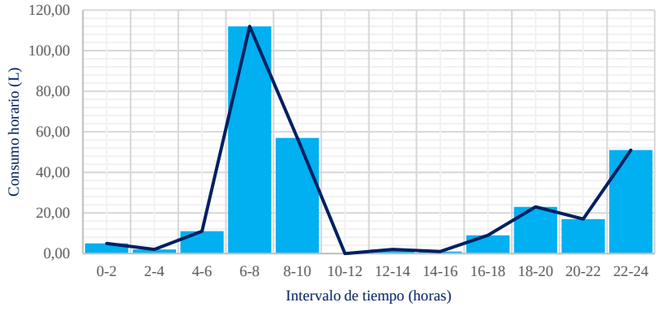
VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA MARTES



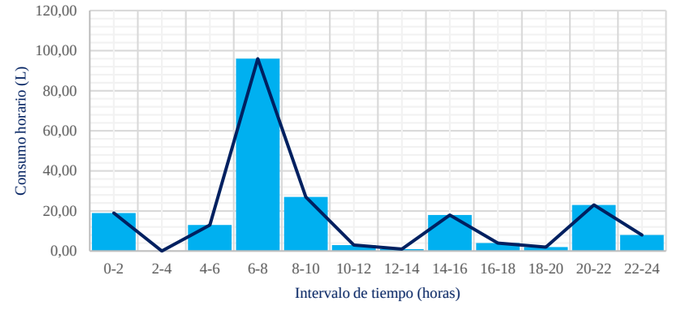
VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA MIÉRCOLES



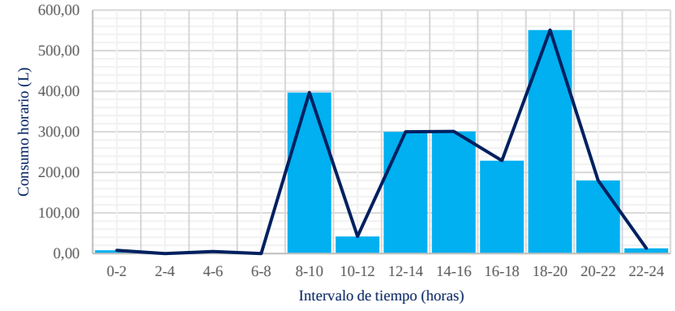
VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA JUEVES



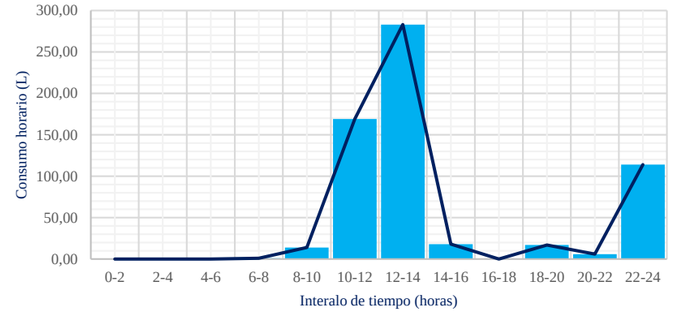
VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA VIERNES



VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA SÁBADO



VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO DEL DÍA DOMINGO



Realizado por: Andrés Jordán.

En la figura 31 se puede apreciar el comportamiento de los residentes del predio 44 en el consumo de agua potable a través de los días de la semana.

De la representación gráfica se aprecia un comportamiento típico en los volúmenes de agua consumidos de lunes a viernes, el cual se hace uso del servicio en horas de la mañana y en la noche, mas no en la madrugada ni en horarios de la tarde. Por otro lado, el comportamiento del sábado y el domingo es único para cada caso.

De lunes a viernes los mayores consumos de agua potable en la mañana se dan en los intervalos de tiempo de 6:00 a 8:00 horas y 8:00 a 10:00 horas, y en la noche en los intervalos de tiempo de 20:00 a 22:00 horas y 22:00 a 24:00 horas. El mayor volumen de agua consumido en la mañana fue de 130 litros el día miércoles en el intervalo de 8:00 a 10:00 horas, y en la noche el mayor volumen de agua consumido fue de 559 litros el día martes en el intervalo de 22:00 a 24:00 horas. Este comportamiento se debe a los hábitos de los usuarios en utilizar el servicio de agua potable en la mañana para su aseo y preparación de alimentos antes de salir al trabajo y en la noche para tomar una ducha antes de descansar.

El consumo de agua potable para el día sábado se presenta a partir de las 8:00 de la mañana hasta las 24:00. El máximo volumen de agua consumido en la mañana es de 397 litros en el intervalo de 8:00 a 10:00 horas y en la noche es de 551 litros en el intervalo de 18:00 a 20:00 horas. En cambio, el consumo de agua potable para el día domingo se presenta de igual manera a partir de las 8:00 de la mañana hasta las 14:00 horas de la tarde, presentándose en este intervalo el consumo máximo de 283 litros. Posteriormente el consumo se reanuda desde las 22:00 hasta las 24:00 horas.

Al analizar el comportamiento de las variaciones en el uso del agua potable de lunes a viernes se deduce que los mayores consumos se determinaron a partir de las 18:00 horas y registrándose como el día de mayor demanda el martes (1033 L/día). En el caso del fin de semana, las mayores demandas de agua potable suceden en el intervalo de 18:00 a 20:00 horas y registrándose como el día de mayor consumo de fin de semana el sábado (2026 L/día).

4.2.2.5 Extrapolación de consumos medios diarios

Otro de los aspectos importantes que deben ser analizados en cuanto a los consumos de los residentes de la parroquia Atocha – Ficoa es el volumen de agua demandado a futuro en periodos determinados de tiempo. Estos valores son calculados con el fin de evaluar el diseño de la red de distribución en años posteriores, y así mantener un buen nivel de servicio en el suministro de agua potable.

Para la estimación de consumos futuros de agua potable se utilizaron dos métodos estadísticos: el método de Gumbel y el método de Pearson III para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20 y 30 años, con porcentajes de probabilidad de 50%, 20%, 10%, 5% y 3,33% respectivamente. A continuación, se muestran los consumos futuros calculados por cada método y el promedio entre los dos métodos. Adicionalmente, se calculó el consumo per-cápita futuro para los mismos periodos de retorno para el número promedio de personas por vivienda extraído de la tabla 23 Consumo per-cápita (3,62 usuarios por vivienda).

Tabla 25 Valores promediales de consumos futuros

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

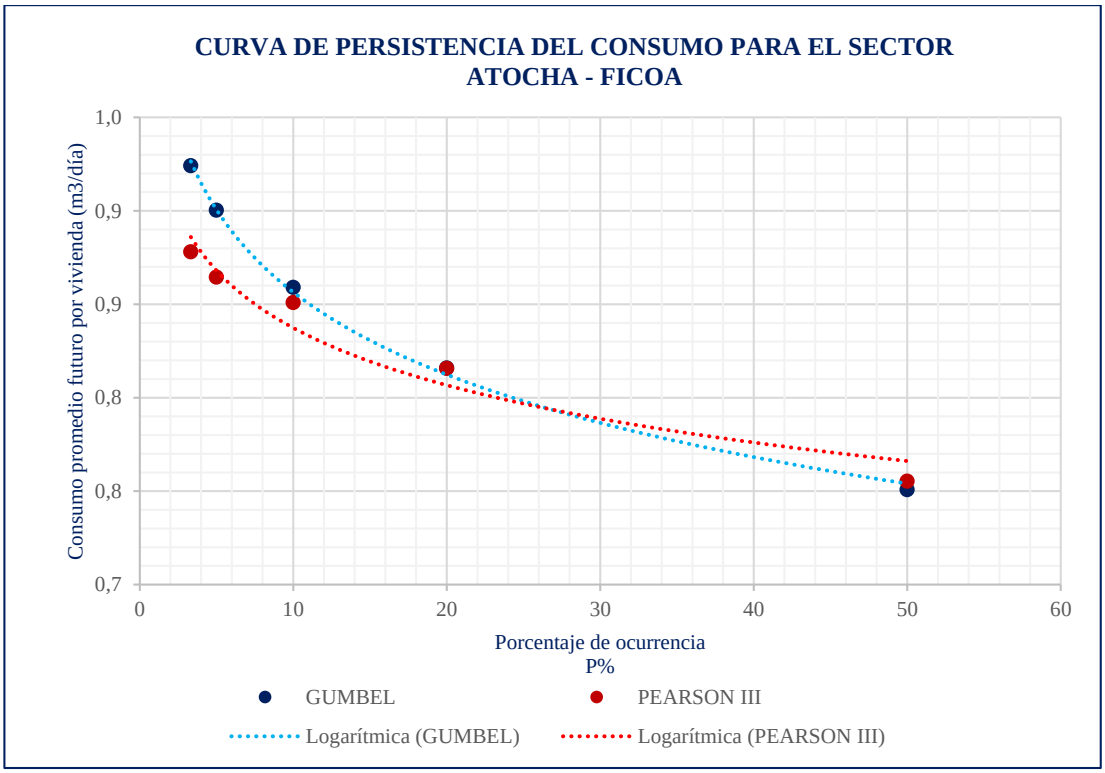
VALORES PROMEDIALES DE CONSUMOS FUTUROS

METODO GUMBEL				METODO PEARSON III					
Periodo de retorno	P %	Yp %	Consumo futuro m3/día	Periodo de retorno	P %	Ø	Consumo futuro m3/día	Valor promedio m3/día	Consumo per-cápita m3/hab/día
2	50,00	0,367	0,751	2	50,00	-0,090	0,755	**0,753**	**0,208**
5	20,00	1,500	0,816	5	20,00	0,806	0,816	**0,816**	**0,225**
10	10,00	2,251	0,859	10	10,00	1,327	0,851	**0,855**	**0,236**
20	5,00	2,971	0,900	20	5,00	1,529	0,864	**0,882**	**0,244**
30	3,33	3,385	0,924	30	3,33	1,731	0,878	**0,901**	**0,249**

Realizado por: Andrés Jordán.

En la figura 32 se muestra la representación gráfica de los resultados de los consumos futuros (m3/día) aproximados que puede llegar a consumir una vivienda en promedio determinados por los dos métodos:

Figura 32 Curva de persistencia del consumo de agua potable



Realizado por: Andrés Jordán.

A partir de la representación gráfica de los consumos futuros calculados con cada uno de estos métodos se aprecia similitud en sus resultados debido a su diferencia reducida los cuales permitieron determinar el consumo per-cápita promedio futuro a partir del promedio de los dos métodos estadísticos utilizados. Por tal motivo, el consumo per-cápita para un periodo de retorno de 2 años es 208 L/día, para 5 años es 225 L/día, para 10 años es 236 L/día, para 20 años es 244 L/día y para 30 años un consumo de 249 L/día.

4.2.2.6 Patrones de consumo horario y diario

a) Patrones de consumo horario

Los patrones de consumo de agua potable de la parroquia Atocha – Ficoa fueron representados en tres gráficos con intervalos de 2, 3 y 4 horas de los volúmenes de agua consumidos a lo largo de un día completo, como se indican en las tablas 26, 27 y 28, con su respectiva representación gráfica en las figuras 33, 34 y 35.

Tabla 26 Consumos horarios en intervalos de 2 horas

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

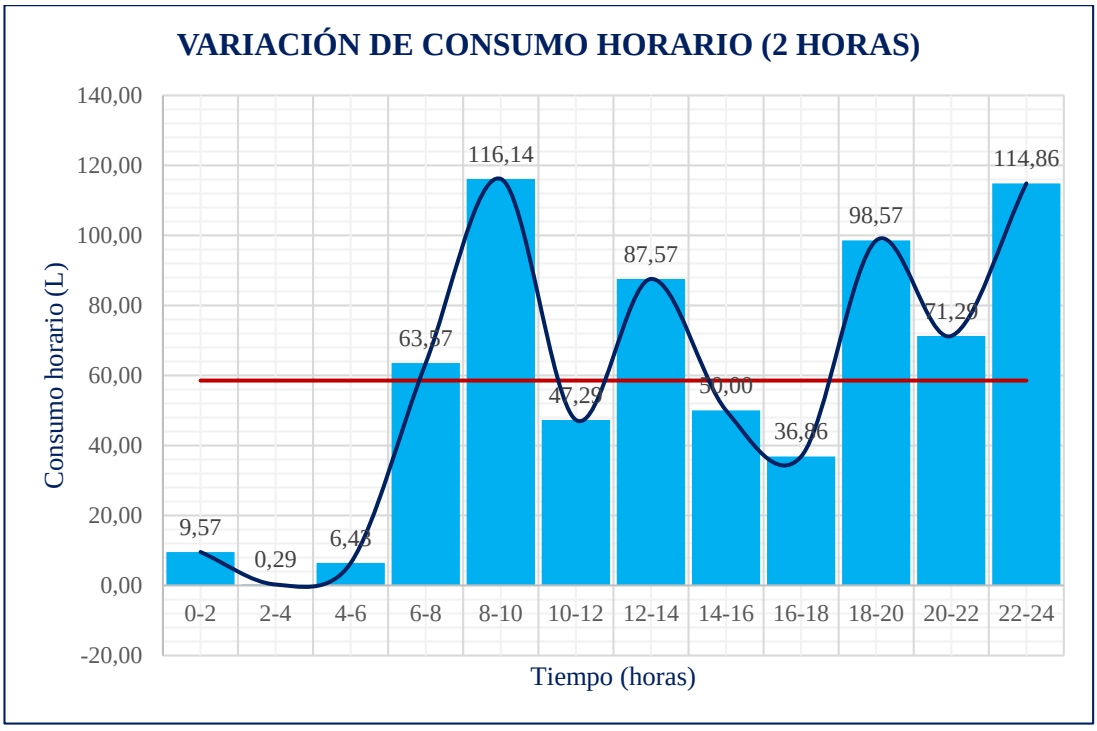
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

CONSUMO HORARIO EN INTERVALOS DE 2 HORAS (Litros)

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DOM 15/08 - DOM 22/08							PROMEDIO POR HORA	% CONSUMO
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00-02:00	7,00	0,00	28,00	5,00	19,00	8,00	0,00	9,57	16,35%
02:00-04:00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,49%
04:00-06:00	4,00	12,00	0,00	11,00	13,00	5,00	0,00	6,43	10,98%
06:00-08:00	123,00	72,00	41,00	112,00	96,00	0,00	1,00	63,57	108,60%
08:00-10:00	111,00	77,00	130,00	57,00	27,00	397,00	14,00	116,14	198,41%
10:00-12:00	0,00	11,00	106,00	0,00	3,00	42,00	169,00	47,29	80,78%
12:00-14:00	2,00	1,00	24,00	2,00	1,00	300,00	283,00	87,57	149,60%
14:00-16:00	2,00	0,00	10,00	1,00	18,00	301,00	18,00	50,00	85,42%
16:00-18:00	1,00	14,00	1,00	9,00	4,00	229,00	0,00	36,86	62,97%
18:00-20:00	2,00	95,00	0,00	23,00	2,00	551,00	17,00	98,57	168,40%
20:00-22:00	34,00	192,00	47,00	17,00	23,00	180,00	6,00	71,29	121,78%
22:00-24:00	33,00	559,00	26,00	51,00	8,00	13,00	114,00	114,86	196,22%
TOTAL	**319,00**	**1033,00**	**413,00**	**290,00**	**214,00**	**2026,00**	**622,00**	**PROMEDIO MATRIZ**	**58,536**
Promedio	**26,58**	**86,08**	**34,42**	**24,17**	**17,83**	**168,83**	**51,83**		
Máximo	**123,00**	**559,00**	**130,00**	**112,00**	**96,00**	**551,00**	**283,00**		
Mínimo	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**5,00**	**1,00**		

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 33 Variación de consumos horarios en intervalos de 2 horas



Realizado por: Andrés Jordán.

Tabla 27 Consumos horarios en intervalos de 3 horas

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

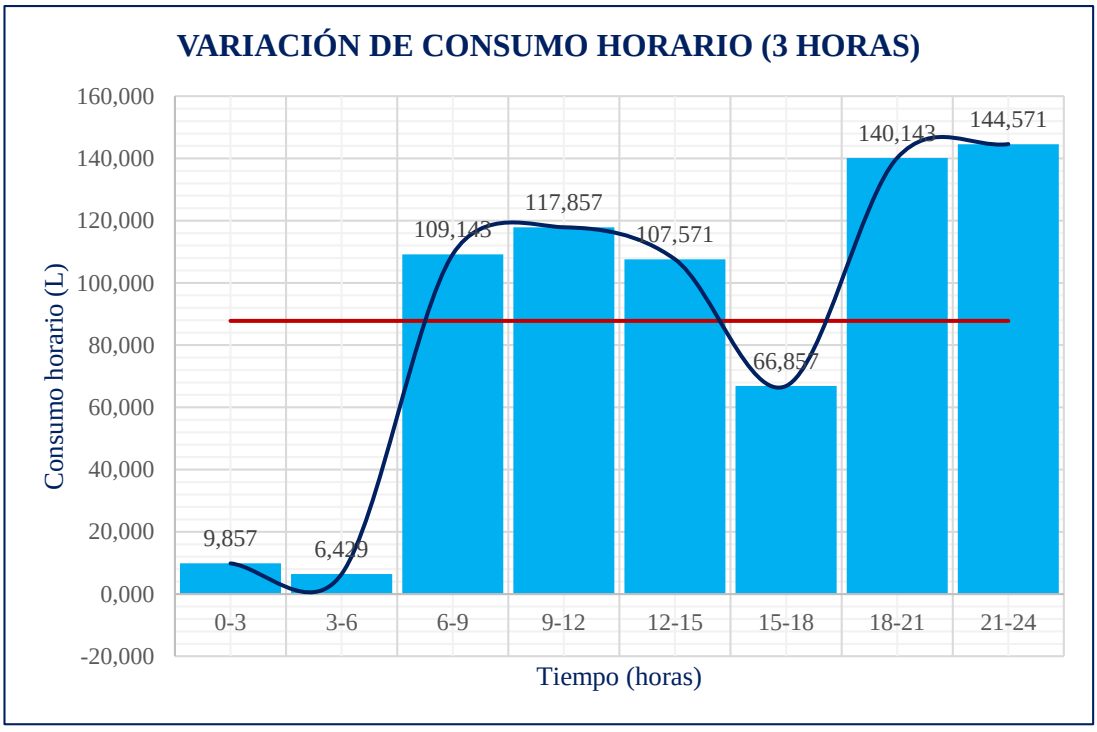
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

CONSUMO HORARIO EN INTERVALOS DE 3 HORAS (Litros)

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DOM 15/08 - DOM 22/08							PROMEDIO POR HORA	% CONSUMO
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
00:00-03:00	7,000	0,000	28,000	7,000	19,000	8,000	0,000	9,857	11,23%
03:00-06:00	4,000	12,000	0,000	11,000	13,000	5,000	0,000	6,429	7,32%
06:00-09:00	232,000	148,000	69,000	169,000	105,000	27,000	14,000	109,143	124,30%
09:00-12:00	2,000	12,000	208,000	0,000	21,000	412,000	170,000	117,857	134,23%
12:00-15:00	3,000	1,000	25,000	3,000	11,000	424,000	286,000	107,571	122,51%
15:00-18:00	2,000	14,000	10,000	9,000	12,000	406,000	15,000	66,857	76,14%
18:00-21:00	4,000	143,000	40,000	28,000	25,000	719,000	22,000	140,143	159,61%
21:00-24:00	65,000	703,000	33,000	63,000	8,000	25,000	115,000	144,571	164,65%
TOTAL	**319**	**1033**	**413**	**290**	**214**	**2026**	**622**	**PROMEDIO MATRIZ**	**87,804**
Promedio	**39,875**	**129,125**	**51,625**	**36,250**	**26,750**	**253,250**	**77,750**		
Máximo	**232,000**	**703,000**	**208,000**	**169,000**	**105,000**	**719,000**	**286,000**		
Mínimo	**2,000**	**1,000**	**10,000**	**3,000**	**8,000**	**5,000**	**14,000**		

Realizado por: Andrés Jordán

Figura 34 Variación de consumos horarios en intervalos de 3 horas



Realizado por: Andrés Jordán.

Tabla 28 Consumos horarios en intervalos de 4 horas

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

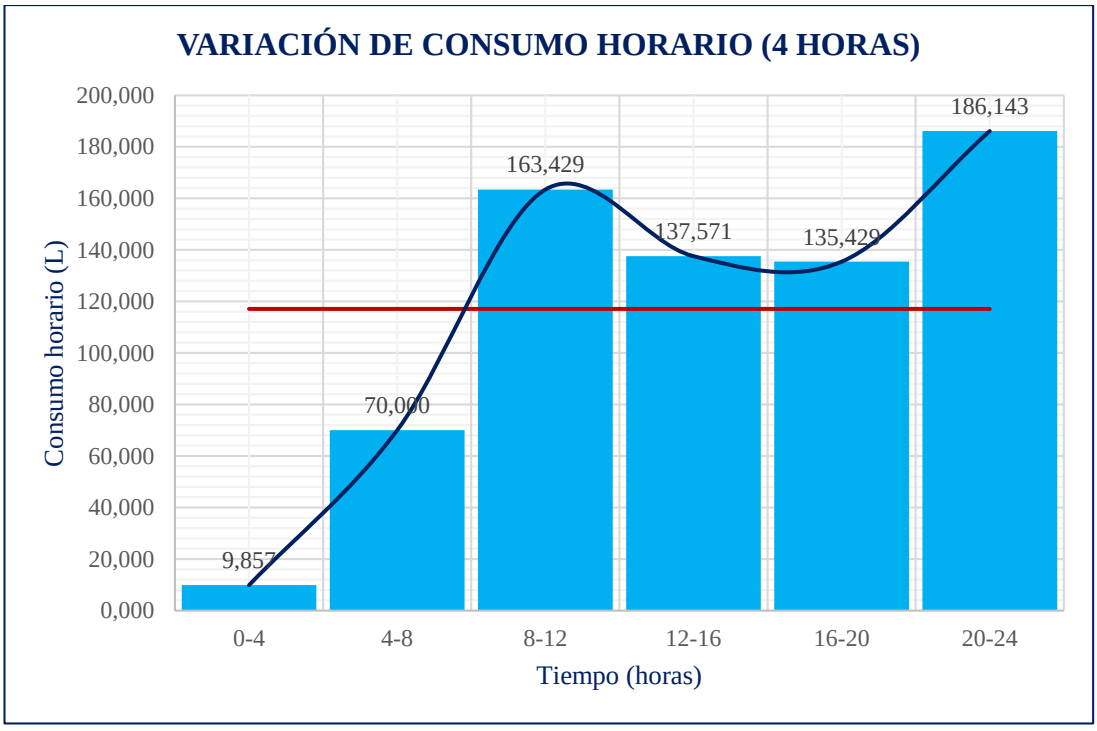
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

CONSUMO HORARIO EN INTERVALOS DE 4 HORAS (Litros)

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DOM 15/08 - DOM 22/08							PROMEDIO POR HORA (L)	% CONSUMO
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
0-4	7,000	0,000	28,000	7,000	19,000	8,000	0,000	9,857	8,42%
4-8	127,000	84,000	41,000	123,000	109,000	5,000	1,000	70,000	59,79%
8-12	111,000	88,000	236,000	57,000	30,000	439,000	183,000	163,429	139,60%
12-16	4,000	1,000	34,000	3,000	19,000	601,000	301,000	137,571	117,51%
16-20	3,000	109,000	1,000	32,000	6,000	780,000	17,000	135,429	115,68%
20-24	67,000	751,000	73,000	68,000	31,000	193,000	120,000	186,143	159,00%
TOTAL	**319**	**1033**	**413**	**290**	**214**	**2026**	**622**	**PROMEDIO MATRIZ**	**117,071**
Promedio	**53,167**	**172,167**	**68,833**	**48,333**	**35,667**	**337,667**	**103,667**		
Máximo	**127,000**	**751,000**	**236,000**	**123,000**	**109,000**	**780,000**	**301,000**		
Mínimo	**3,000**	**1,000**	**1,000**	**3,000**	**6,000**	**5,000**	**1,000**		

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 35 Variación de consumos horarios en intervalos de 4 horas



Realizado por: Andrés Jordán.

Las figuras 33, 34 y 35 reflejan el comportamiento en el uso del servicio de agua potable de una vivienda durante 24 horas. Generalmente, el consumo empieza a partir

de las 6:00 de la mañana hasta el final del día. Sin embargo, se identifican 2 picos máximos en el uso del recurso agua: en la mañana y en la noche.

De las tres representaciones, se escoge la que fue graficada con un intervalo de tiempo de 3 horas debido a que tiene una tendencia mejor trazada que las otras dos. En dicho gráfico se identificaron 2 picos máximos cuyos intervalos son: 9:00 a 12:00 horas y de 21:00 a 24:00 horas con consumos de 117,85 y 144,57 litros respectivamente.

Estas variaciones de consumo de agua a lo largo del día son características de un predio residencial puesto que la mayoría de las actividades domésticas se realizan en esos horarios. Los factores socioeconómicos influyen en este comportamiento diario debido a que en la parroquia Atocha – Ficoa los usuarios acostumbran a realizar actividades de aseo personal, preparación de alimentos y limpieza de sus hogares a esas horas.

b) Patrones de consumo diario

Comprenden el comportamiento de los usuarios en el consumo diario de agua potable durante una semana en valores porcentuales. Los datos presentados a continuación representan el comportamiento promedio de la totalidad de la muestra seleccionada de la zona de estudio. En la tabla 29 se indica el consumo promedio por cada día con su respectivo valor porcentual y su representación gráfica en la figura 36.

Tabla 29 Variación de consumo diarios

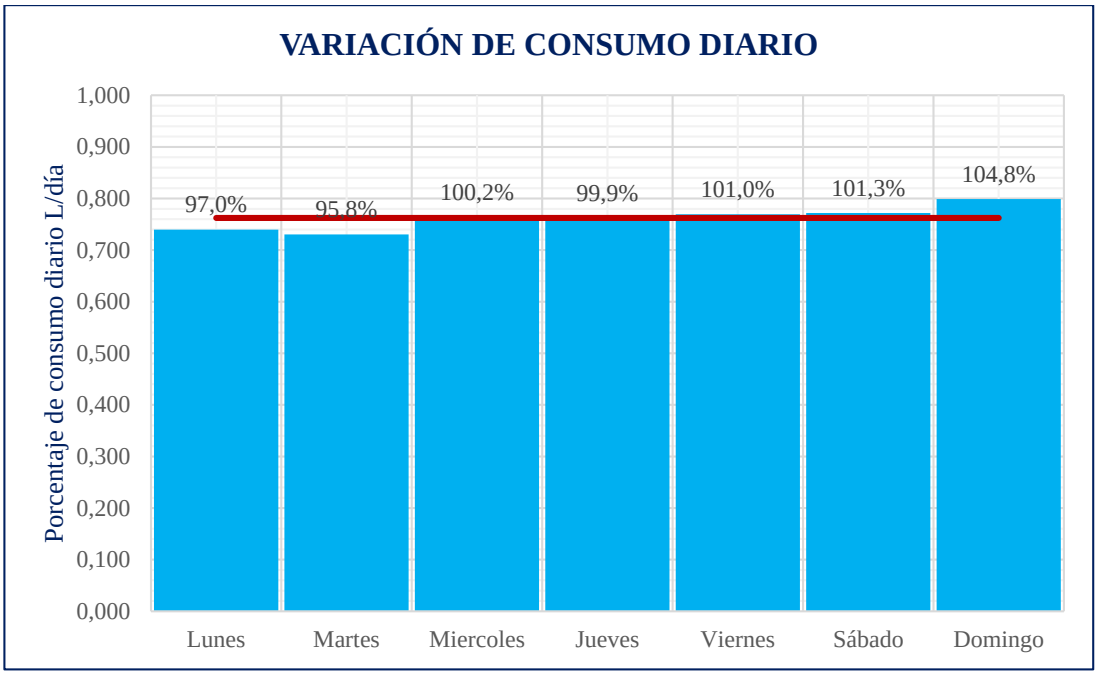
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA - FICOA **PARROQUIA:** URBANA

VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO (m3)		
Semana	**m3/día**	**% de consumo a la media**
Lunes	0,740	97,0%
Martes	0,730	95,8%
Miércoles	0,763	100,2%
Jueves	0,762	99,9%
Viernes	0,770	101,0%
Sábado	0,772	101,3%
Domingo	0,799	104,8%

Realizado por: Andrés Jordán.

Figura 36 Variación de consumos diarios



Realizado por: Andrés Jordán.

Como se puede apreciar en la figura 36, la demanda de agua potable de los usuarios es casi uniforme en el transcurso de la semana notándose un volumen máximo de 0,799 m3/día el día domingo con un porcentaje mayor al promedio (104,8%) y el volumen mínimo consumido de 0,730 m3/día correspondiente al día martes con un porcentaje menor al promedio (95,8%). A su vez, se determinaron que cuatro de los siete días de la semana sobrepasan el valor del consumo promedio diario, siendo estos los días miércoles, viernes, sábados y domingos, (100,2%, 101,0%, 101,3% y 104,8% respectivamente).

Analizando los resultados, se aduce que existe mayor uso del servicio de agua potable los fines de semana puesto que los residentes de la parroquia Atocha – Ficoa acostumbran a permanecer la mayor parte de estos días dentro de su predio para realizar actividades de limpieza del hogar, jardinería y lavado de sus automóviles.

4.2.2.7 Variación de la presión en la red de distribución de agua potable

El registro de las presiones de la red de distribución de agua potable es importante para evaluar si la presión es óptima en todos los puntos de la red de distribución. Esto

permitirá ajustar la presión con más precisión, así evitando los cortes energéticos innecesarios. Además, es importante para detectar golpes de presión en la red de distribución que pueden provocar roturas y pérdidas de agua en las tuberías, como también de la reducción de la vida útil de la red de agua potable.

Como se mencionó anteriormente en el literal 4.1.4 sobre la medición de presiones, en la siguiente tabla se detallan las presiones registradas en los 100 predios que conforman la muestra y que cubren gran parte de la zona de estudio con sus respectivas coordenadas para su posterior georreferenciación. Adicionalmente se calculó la presión promedio registrada en cada predio en unidades p.s.i. como en m.c.a.

Es importante recalcar que el método utilizado para el registro de las presiones no es de total confianza puesto que se determinó por medio del uso de un manómetro conectado en un grifo dentro el inmueble. Por tal motivo, se omite la diferencia de dimensiones entre la red de distribución y la conexión de servicio, lo que conduce a que los golpes de presión se reduzcan notablemente. Sin embargo, nos brindan una perspectiva clara y aproximada sobre el nivel de servicio en el suministro de agua potable de la parroquia.

En la tabla 30 se refleja el registro de las presiones determinadas en la parroquia durante una semana completa.

Tabla 30 Registro de presiones en una semana

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 DEL SECTOR ATOCHA - FICOA DEL CANTÓN AMBATO"
SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

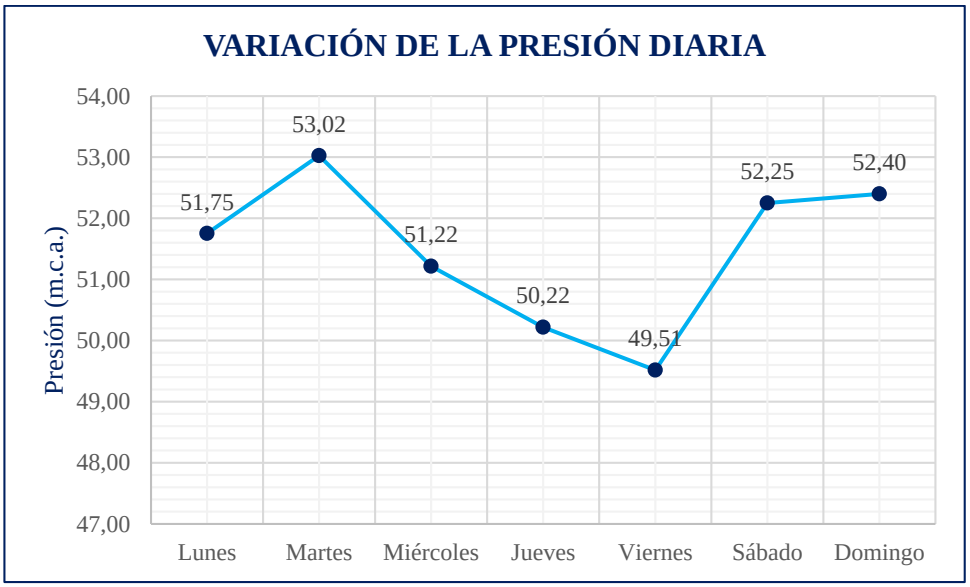
Usuario	LECTURA (PSI)							Presión Prom. (psi)	Presión Prom. (m.c.a.)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo			ESTE	NORTE
1	102,00	111,00	109,00	106,00	104,00	110,00	102,00	106,29	74,74	761594,98	9861233,61
2	111,00	103,00	109,00	104,00	102,00	110,00	108,00	106,71	75,05	761697,89	9861241,14
3	110,00	109,00	110,00	107,00	111,00	108,00	104,00	108,43	76,25	761746,92	9861302,25
4	101,00	104,00	110,00	105,00	112,00	111,00	109,00	107,43	75,55	761810,46	9861460,14
5	70,00	79,00	70,00	75,00	81,00	73,00	80,00	75,43	53,04	761878,45	9861473,10
6	78,00	82,00	78,00	83,00	72,00	80,00	76,00	78,43	55,15	761837,77	9861363,17
7	72,00	80,00	76,00	77,00	84,00	75,00	81,00	77,86	54,75	761927,35	9861749,29
8	79,00	81,00	70,00	74,00	77,00	84,00	82,00	78,14	54,95	761978,92	9861761,77
10	74,00	72,00	83,00	80,00	75,00	73,00	76,00	76,14	53,55	762126,55	9861907,17
11	82,00	86,00	80,00	71,00	83,00	74,00	85,00	80,14	56,36	762058,42	9861980,59
12	85,00	70,00	84,00	72,00	79,00	74,00	71,00	76,43	53,75	762137,21	9862110,05
13	85,00	75,00	76,00	79,00	80,00	81,00	82,00	79,71	56,06	762228,09	9861986,23
14	76,00	79,00	78,00	85,00	86,00	71,00	77,00	78,86	55,46	762255,82	9862163,12
15	82,00	86,00	79,00	83,00	73,00	74,00	78,00	79,29	55,76	762328,42	9862235,68
16	71,00	78,00	72,00	73,00	85,00	82,00	79,00	77,14	54,25	762451,71	9862142,85
17	70,00	83,00	75,00	77,00	76,00	71,00	74,00	75,14	52,84	762446,92	9862238,28
18	85,00	77,00	71,00	78,00	72,00	76,00	83,00	77,43	54,45	762519,46	9862274,15

19	70,00	71,00	76,00	82,00	73,00	79,00	74,00	75,00	52,74	762585,51	9862292,22
21	51,00	65,00	55,00	53,00	60,00	66,00	57,00	58,14	40,89	762682,19	9862528,59
22	57,00	56,00	65,00	62,00	54,00	52,00	55,00	57,29	40,29	762534,24	9862449,29
23	56,00	62,00	54,00	52,00	57,00	68,00	60,00	58,43	41,09	762456,98	9862456,60
24	55,00	57,00	65,00	56,00	58,00	69,00	60,00	60,00	42,19	762423,63	9862523,34
25	51,00	58,00	62,00	53,00	56,00	63,00	64,00	58,14	40,89	762379,39	9862639,55
26	58,00	56,00	53,00	63,00	55,00	69,00	57,00	58,71	41,29	762533,67	9862683,85
27	63,00	55,00	58,00	56,00	57,00	69,00	64,00	60,29	42,40	762650,42	9862743,35
28	2,00	5,00	4,00	2,00	2,00	8,00	8,00	4,43	3,11	762506,92	9862811,67
29	106,00	105,00	90,00	102,00	96,00	107,00	97,00	100,43	70,62	762747,12	9862662,00
30	108,00	109,00	102,00	92,00	110,00	90,00	100,00	101,57	71,43	762751,33	9862562,22
31	92,00	100,00	92,00	104,00	101,00	99,00	102,00	98,57	69,32	762855,96	9862603,23
32	114,00	103,00	114,00	95,00	91,00	104,00	94,00	102,14	71,83	762847,65	9862530,84
33	103,00	92,00	104,00	110,00	105,00	106,00	92,00	101,71	71,53	762989,63	9862568,11
34	90,00	109,00	93,00	94,00	110,00	103,00	104,00	100,43	70,62	763063,68	9862524,28
35	104,00	100,00	104,00	102,00	100,00	97,00	104,00	101,57	71,43	763024,11	9862722,75
36	98,00	97,00	96,00	99,00	100,00	101,00	104,00	99,29	69,82	763055,78	9862730,42
37	96,00	99,00	102,00	103,00	100,00	95,00	104,00	99,86	70,22	763114,13	9862885,30
38	100,00	94,00	100,00	99,00	97,00	92,00	95,00	96,71	68,01	763174,75	9862960,12
39	90,00	92,00	90,00	95,00	91,00	96,00	97,00	93,00	65,40	763227,99	9863162,41
40	90,00	93,00	90,00	98,00	91,00	99,00	96,00	93,86	66,00	763270,65	9863304,95
41	91,00	102,00	90,00	95,00	100,00	92,00	93,00	94,71	66,61	763166,32	9863108,94
42	98,00	92,00	102,00	90,00	91,00	99,00	102,00	96,29	67,71	763204,16	9863072,40
43	38,00	36,00	26,00	31,00	34,00	36,00	55,00	36,57	25,72	763326,12	9863135,40
44	35,00	38,00	24,00	33,00	30,00	38,00	56,00	36,29	25,52	763284,68	9863186,66
45	35,00	36,00	24,00	32,00	30,00	38,00	54,00	35,57	25,02	763312,06	9863296,97
46	37,00	36,00	28,00	30,00	36,00	34,00	54,00	36,43	25,62	763373,36	9863415,56
47	38,00	37,00	25,00	30,00	30,00	40,00	50,00	35,71	25,12	763476,45	9863405,49
48	38,00	46,00	40,00	55,00	47,00	40,00	60,00	46,57	32,75	763947,28	9863862,00
49	42,00	60,00	35,00	51,00	48,00	61,00	58,00	50,71	35,66	764321,31	9864110,13
50	61,00	36,00	45,00	40,00	49,00	63,00	59,00	50,43	35,46	764390,19	9864139,34
51	35,00	51,00	35,00	40,00	50,00	52,00	35,00	42,57	29,94	764422,57	9864155,11
52	44,00	59,00	43,00	50,00	36,00	58,00	54,00	49,14	34,56	764307,12	9864259,30
53	46,00	44,00	40,00	44,00	46,00	48,00	58,00	46,57	32,75	764260,76	9864256,37
54	40,00	70,00	40,00	52,00	44,00	34,00	60,00	48,57	34,16	764226,11	9864196,66
55	42,00	70,00	44,00	50,00	46,00	40,00	56,00	49,71	34,96	764174,01	9864114,82
56	53,00	64,00	52,00	52,00	48,00	40,00	58,00	52,43	36,87	764060,37	9864066,72
57	60,00	56,00	50,00	40,00	48,00	42,00	48,00	49,14	34,56	764028,19	9864020,18
58	50,00	38,00	44,00	50,00	48,00	58,00	50,00	48,29	33,96	763920,72	9863922,10
59	46,00	40,00	56,00	56,00	40,00	48,00	44,00	47,14	33,15	764033,55	9863964,42
60	44,00	62,00	60,00	48,00	54,00	40,00	46,00	50,57	35,56	764095,48	9863990,96
61	88,00	90,00	92,00	70,00	68,00	96,00	96,00	85,71	60,28	764513,15	9864414,66
63	100,00	108,00	104,00	50,00	70,00	105,00	100,00	91,00	63,99	764645,97	9864469,11
64	102,00	100,00	96,00	60,00	80,00	102,00	66,00	86,57	60,88	764898,69	9864389,75
65	96,00	98,00	94,00	68,00	80,00	96,00	68,00	85,71	60,28	765050,50	9864441,58
66	95,00	94,00	96,00	98,00	100,00	92,00	93,00	95,43	67,11	764951,52	9864542,03
67	50,00	56,00	50,00	58,00	52,00	46,00	50,00	51,71	36,37	764908,79	9864602,10
68	52,00	55,00	53,00	50,00	52,00	62,00	52,00	53,71	37,77	764953,30	9864719,82
69	60,00	64,00	51,00	60,00	56,00	52,00	56,00	57,00	40,08	765065,35	9864787,12
70	56,00	64,00	60,00	54,00	60,00	53,00	58,00	57,86	40,69	765000,41	9864877,97
71	58,00	56,00	53,00	52,00	51,00	61,00	54,00	55,00	38,68	764838,16	9864728,69
72	50,00	58,00	54,00	55,00	54,00	58,00	54,00	54,71	38,48	764800,86	9864833,56
73	54,00	54,00	54,00	60,00	59,00	55,00	52,00	55,43	38,98	764962,89	9864950,81
74	58,00	60,00	60,00	52,00	59,00	61,00	55,00	57,86	40,69	765079,49	9865017,37
75	60,00	58,00	54,00	50,00	59,00	59,00	60,00	57,14	40,18	765126,33	9864909,62
76	54,00	51,00	56,00	58,00	60,00	62,00	54,00	56,43	39,68	765244,51	9864765,75
77	52,00	54,00	63,00	52,00	62,00	50,00	58,00	55,86	39,28	765289,71	9864654,20
78	55,00	58,00	57,00	50,00	53,00	55,00	62,00	55,71	39,18	765297,95	9864576,35
79	50,00	48,00	46,00	44,00	50,00	44,00	46,00	46,86	32,95	763525,06	9863288,81
80	44,00	42,00	40,00	42,00	56,00	46,00	44,00	44,86	31,55	763551,70	9863209,62
81	48,00	46,00	46,00	44,00	58,00	46,00	44,00	47,43	33,35	763273,64	9862853,96
82	60,00	66,00	68,00	64,00	60,00	58,00	62,00	62,57	44,00	763228,40	9862705,62
83	64,00	66,00	64,00	60,00	58,00	56,00	60,00	61,14	43,00	763162,87	9862730,31
84	102,00	96,00	96,00	90,00	90,00	100,00	102,00	96,57	67,91	763137,04	9862564,22
85	100,00	94,00	92,00	92,00	94,00	100,00	90,00	94,57	66,51	763036,89	9862391,34
86	96,00	102,00	100,00	92,00	96,00	96,00	88,00	95,71	67,31	762992,37	9862429,75
87	98,00	100,00	98,00	92,00	68,00	95,00	96,00	92,43	65,00	762968,08	9862500,23
88	100,00	102,00	100,00	94,00	66,00	98,00	95,00	93,57	65,80	762825,51	9862414,58
89	98,00	104,00	102,00	96,00	54,00	100,00	100,00	93,43	65,70	762758,36	9862282,14
90	96,00	100,00	100,00	100,00	60,00	100,00	98,00	93,43	65,70	762810,87	9862272,00
91	102,00	96,00	98,00	92,00	69,00	98,00	98,00	93,29	65,60	762751,78	9862137,63
92	100,00	94,00	96,00	90,00	68,00	94,00	98,00	91,43	64,30	762716,03	9862066,87
93	100,00	102,00	100,00	94,00	90,00	88,00	94,00	95,43	67,11	762674,71	9862128,20
94	96,00	90,00	88,00	82,00	92,00	88,00	95,00	90,14	63,39	762700,71	9862183,03
95	104,00	98,00	96,00	92,00	94,00	94,00	92,00	95,71	67,31	762570,31	9862150,69
96	92,00	98,00	96,00	94,00	98,00	92,00	88,00	94,00	66,10	762396,58	9861917,43
97	90,00	90,00	90,00	98,00	96,00	98,00	86,00	92,57	65,10	762287,99	9861818,20
98	95,00	98,00	98,00	98,00	94,00	94,00	94,00	95,86	67,41	762273,85	9861866,78
99	96,00	96,00	94,00	96,00	88,00	94,00	94,00	94,00	66,10	762206,67	9861761,00
100	102,00	100,00	98,00	90,00	90,00	102,00	100,00	97,43	68,52	762076,32	9861597,47
101	100,00	102,00	100,00	102,00	90,00	102,00	96,00	98,86	69,52	761817,94	9861253,45
102	64,00	62,00	64,00	68,00	58,00	64,00	60,00	62,86	44,20	761965,65	9861345,92
104	62,00	64,00	64,00	68,00	58,00	58,00	58,00	61,71	43,40	762174,84	9861620,17
PROM.	73,59	75,40	72,83	71,41	70,41	74,30	74,51	73,21	p.s.i		
	51,75	53,02	51,22	50,22	49,51	52,25	52,40	51,48	m.c.a.		

Realizado por: Andrés Jordán.

En la figura 37 se muestra la representación gráfica de la variación de las presiones promedio durante el transcurso de la semana.

Figura 37 Variación de la presión promedio diaria (m.c.a.)



Realizado por: Andrés Jordán.

Como se puede apreciar, no existe una variación notable de la presión en el suministro de agua potable de la parroquia durante el transcurso de la semana debido a que los valores máximo y mínimo son 53,02 y 49,51 m.c.a. respectivamente y tienen una diferencia de tan solo 3,51 m.c.a., por lo tanto, se ha determinado que el servicio de agua potable es suministrado con una presión promedio de 51,48 m.c.a. durante toda la semana.

En la figura 38 se realizó el gráfico de la variación de las presiones de agua potable en la parroquia. A su vez, se llevó a cabo la acción de interpolación con ayuda del software utilizado para relacionar los resultados obtenidos de la muestra establecida a la totalidad de la parroquia, como se aprecia en la figura 39 en la cual las presiones máximas están representadas con color rojo y las mínimas con verde.

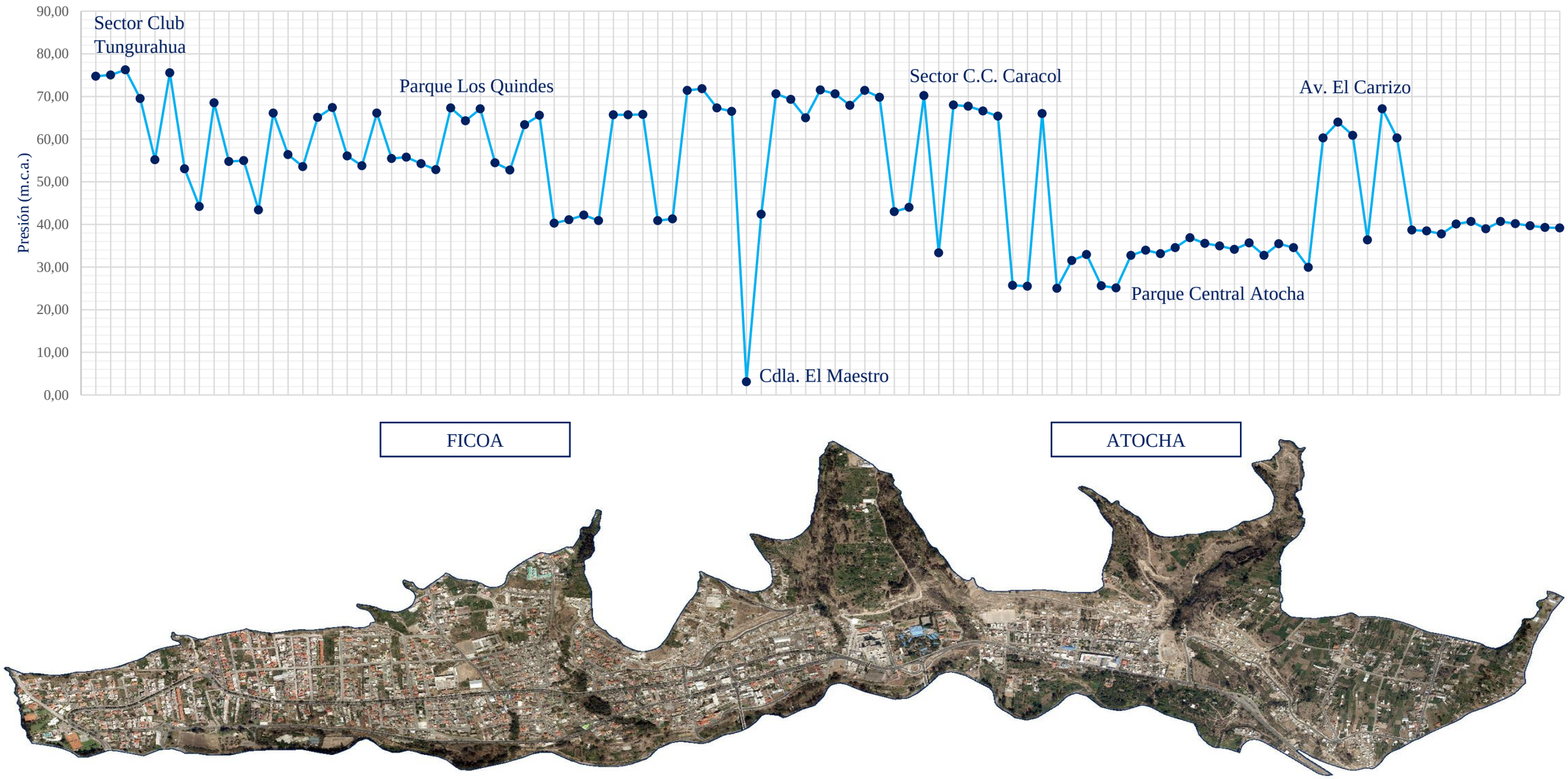
Figura 38 Variación promedio de presiones (m.c.a.)

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 DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN PROMEDIO



Realizado por: Andrés Jordán

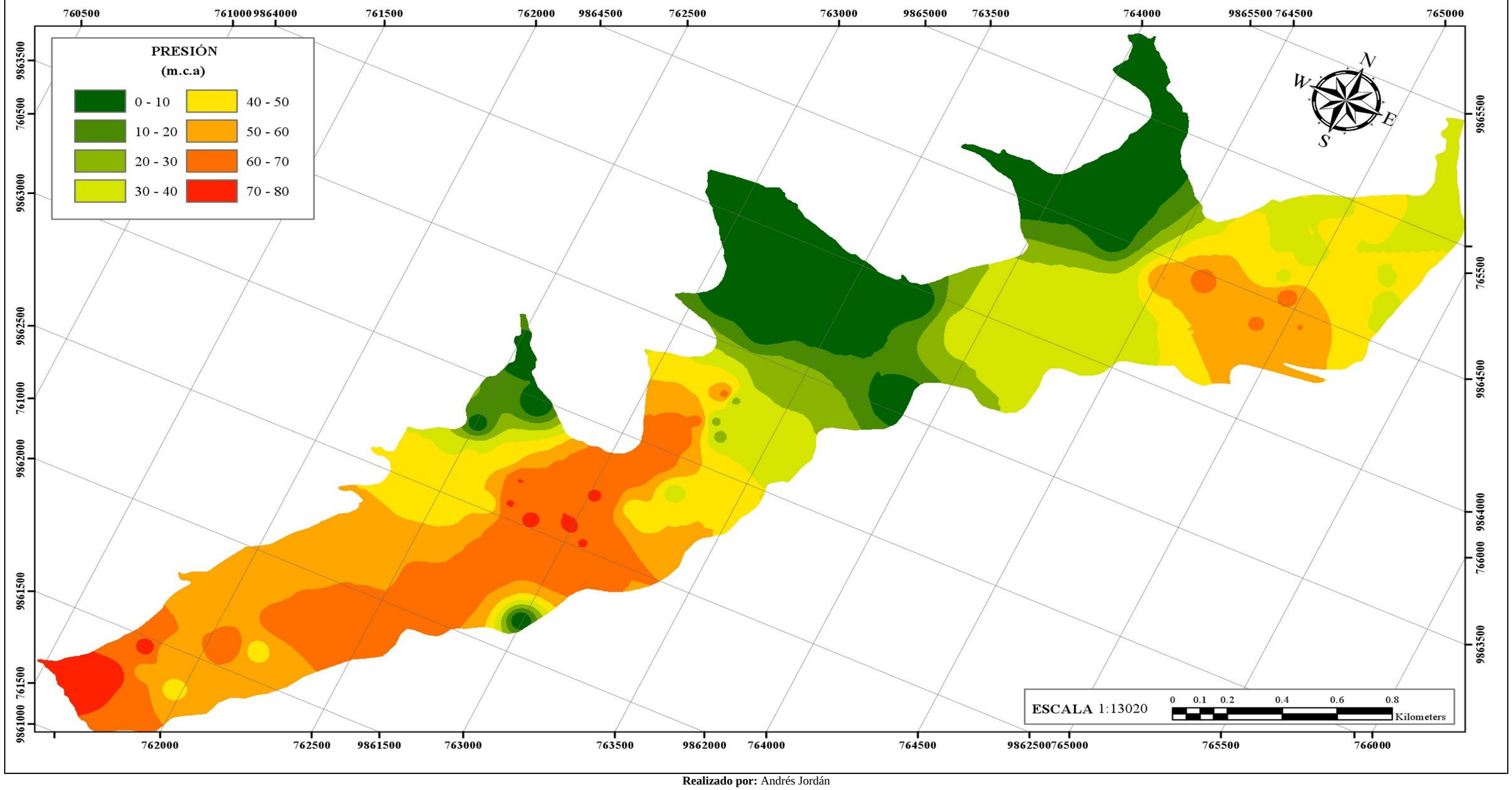
Figura 39 Interpolación de presiones

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 DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO"

SECTOR DE ESTUDIO: ATOCHA – FICOA **PARROQUIA:** URBANA

INTERPOLACIÓN DE PRESIONES DE AGUA POTABLE



Realizado por: Andrés Jordán

Existe una variación notable de la presión de agua potable en diferentes puntos de la parroquia, sin embargo, se evidencia un cambio significativo de la presión en el sector de Atocha por lo que se llega a intuir sobre la existencia de varias redes de distribución de agua potable que brindan del servicio en esta zona. A pesar de ello, la información sobre el alcance de cada una de las redes presentes en el sector no puede ser verificada a causa de la desactualización de estudios llevados a cabo sobre la entidad.

La máxima presión registrada fue de 76,25 m.c.a. en el inmueble 3 ubicado en el sector del Club Tungurahua. Adicionalmente se registraron presiones altas en los siguientes sectores: Av. Los Guaytambos y Los Membrillos (cerca al Colegio Santo Domingo) y Calle El Carrizo (entrada a la parroquia Martínez).

Por otro lado, se registraron presiones bajas en un punto de la zona de estudio, específicamente en la Cdla. El Maestro, donde los usuarios de este sector manifestaron inconformidad en el servicio de agua potable debido a su dotación insuficiente para sus actividades cotidianas y suministro de manera esporádica, esto se puede ver reflejada por la información proporcionada por los consumidores del inmueble 28 en las encuestas. Es importante mencionar que estos inconvenientes fueron encontrados únicamente en esta zona de la parroquia, por lo que se aduce la probabilidad de fugas de agua por rotura de alguna tubería que dota del servicio a esta ciudadela.

La presión media determinada para la parroquia Atocha – Ficoa fue 51.48 m.c.a., cuyo valor representa un suministro del servicio de agua potable de manera suficiente y permanente. Además, brinda una perspectiva aproximada sobre la condición de la estructura de la red de distribución, cuyo diseño se considera como adecuado para que los usuarios de esta parroquia satisfagan sus necesidades cómodamente e ininterrumpidamente.

4.3 Verificación de la hipótesis

Posterior al análisis e interpretación de resultados realizados en la presente investigación se confirma el cumplimiento de la hipótesis planteada verificando que la demanda de agua potable de los habitantes del sector Atocha-Ficoa del cantón Ambato influye en la curva de consumo diario.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

a) La demanda media de agua potable requerida durante un día por los predios consolidados en la parroquia Atocha – Ficoa es 761 L. No obstante, se concluye que el volumen de agua consumido que representa de mejor manera a la parroquia será el determinado por la mediana cuyo valor es 531 L debido a que esta herramienta estadística es ideal utilizarla en el presente caso de estudio puesto a que existe una variación considerable entre el volumen promedio y los picos.

b) El hábito de consumo del servicio de agua potable de los usuarios de la parroquia Atocha – Ficoa se intensifica durante el transcurso de la semana puesto a que se encontró que los días de menor volumen consumido ocurren los días lunes y los martes en relación a los fines de semana, específicamente los domingos cuyo volumen de agua consumida puede llegar a ser de 799 L/vivienda/día. Esta situación es asociada a las costumbres de la población en realizar actividades de limpieza de sus hogares, jardinería y lavado de sus automóviles durante el fin de semana.

c) El consumo per-cápita para la población de la parroquia Atocha – Ficoa cuyo nivel socio-económico fue establecido como alto es 197 L/hab/día. Dicho consumo al ser comparado con la dotación recomendada de la tabla 2 extraída de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en lo que respecta a Normas Hidrosanitarias, que se encuentra comprendida entre el rango de 200 a 300 L/hab/día para bloques de vivienda se puede concluir que el consumo per-cápita calculado se encuentra cerca al límite inferior de este rango, sin embargo, los usuarios han manifestado su conformidad con el servicio de agua potable puesto a que el suministro de agua es suficiente para realizar sus actividades diarias.

d) Las curvas de consumo diario de agua potable evidenciaron el comportamiento de los usuarios en donde de lunes a viernes se intensifica en horarios nocturnos, es decir, 599 litros entre las 22:00 y 24:00 horas a comparación de los horarios matutinos, cuyo volumen máximo consumido fue de 130 litros en el intervalo entre las 8:00 y 10:00 horas apreciándose una gran diferencia entre estos dos valores. Por otro lado, los fines de semana poseen comportamientos únicos, puesto a que en los días sábados el uso del recurso agua inicia a partir de las 8:00 horas y es utilizada constantemente durante todo el día alcanzando consumos máximos de 551 litros en un intervalo de dos horas; y en los días domingos el uso de agua potable es interrumpido en los horarios de la tarde y los consumos pueden llegar hasta 283 litros en el mismo intervalo de tiempo.

e) En base a los patrones de consumo diario determinado para la población de la parroquia Atocha – Ficoa se identificó que se consume un porcentaje mayor de agua potable de 104,8% en relación al promedio diario (761 L) durante el fin de semana. De igual forma, los porcentajes para los días lunes y martes son los más bajos de la semana (97,0% y 95,8% respectivamente). Esto se debe al comportamiento de los consumidores en permanecer la mayor parte del tiempo en sus hogares el fin de semana.

f) Las redes de distribución de agua potable implantadas en la parroquia Atocha – Ficoa suministran el recurso a los predios con una presión media de 51,48 m.c.a., dicho valor representa una conducción eficiente del servicio de agua potable. Además, esta presión refleja una perspectiva aproximada sobre la condición de las estructuras de las redes, cuyos diseños se consideran como apropiados para que los usuarios satisfagan sus necesidades de manera cómoda e ininterrumpidamente.

g) Se realizó la georreferenciación del sector en la que se identificó los inmuebles residenciales establecidos para la muestra. Los resultados de consumos per-cápita determinados para los usuarios de la parroquia Atocha – Ficoa y los valores de las presiones en el suministro de agua potable se georreferenciaron en puntos específicos de la zona. Por medio de la herramienta de interpolación del software se estableció un comportamiento general a nivel de parroquia a

partir de los datos levantados en la muestra estudiada, con el fin de facilitar el manejo y la interpretación de la información.

5.2 Recomendaciones

a) En base al consumo per-cápita determinado en la presente investigación (197 L/hab/día), se recomienda establecer un valor de dotación de uso exclusivo para la parroquia Atocha – Ficoa, el cual contribuirá a la evaluación de las condiciones la red o redes de agua potable implantadas en el sector, como también para realizar actividades de mantenimiento o rediseños futuros. Adicionalmente aportará positivamente a su gestión integral y uso eficiente.

b) Es preciso llevar a cabo una investigación exhaustiva en los establecimientos comerciales, educativos y consumidores especiales enfocada en el consumo diario de agua potable para aportar positivamente al control eficaz en la gestión del recurso agua en la parroquia Atocha – Ficoa por parte de la entidad suministradora del servicio, puesto que, a más de ser un lugar codiciado para la construcción de residencias, también es un referente económico de la ciudad.

c) Durante la observación y recolección de datos de campo se identificaron un número considerable de medidores en pésimas condiciones cuyos visores no registraban el volumen consumido por el predio, por tal motivo es recomendable realizar evaluaciones sobre el estado de los micromedidores domiciliarios.

d) Así como se mencionó en el literal 4.2.2.7. en lo que respecta a la variación de la presión en la red de distribución de agua potable, es recomendable registrar los valores de las presiones por medio de otro método, puesto que se está omitiendo la diferencia de dimensiones entre la red de distribución y la conexión domiciliaria, lo que conduce a que los golpes de presión se reduzcan notablemente.

e) Realizar investigaciones sobre el alcance de las redes de distribución de agua potable en el sector, puesto que durante la ejecución de este estudio se dedujo la existencia de varias redes debido al cambio significativo de las presiones de una zona a otra de la misma parroquia, donde se desconocen las áreas donde prestan del servicio cada una de estas redes.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1 Bibliografía

[1] D. G. Manco Silva, Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.

[2] H. A. Rojas Rubio y L. J. Castillo Hilario, Estimación por método estadístico de la dotación de agua potable para la zona de expansión urbana de Nueco Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa, 2011.

[3] G. d. C. Ministerio de Obras Públicas, Atlas del Agua - Chile 2016, Santiago: Dirección General de Aguas, Diciembre 2015.

[4] A. Martínez Moscoso, El derecho al agua en el Ecuador: Un Análisis de la Ciencia Política y el Derecho Público, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2017.

[5] L. Cruz García, J. Carreón Guillén, J. Hernández Valdés, M. López Lena y J. Bustos Aguayo, «Actitudes, consumo de agua y sistemas de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable,» *Polis, Revista Latinoamericana,* vol. 12, nº 34, p. 401, 2013.

[6] N. Nieto, «La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas,» *Política y Cultura,* vol. I, nº 36, pp. 157-176, 2011.

[7] A. Fernández Cirelli y C. du Mortier, «Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica,» Solar Safe Water, Buenos Aires, 2015.

[8] Telégrafo, «El Telégrafo,» 30 Noviembre 2015. [En línea]. Available: www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/los-ambatenos-consumen-260-litros-de-agua-por-día-segun-emapa. [Último acceso: 18 Abril 2018].

[9] Comisión Nacional del Agua, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

[10] Secretaría del Agua, Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para pobaciones mayores a 1000 habitantes, 1992.

[11] J. M. Jiménez Terán, Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, Veracruz: Universidad Veracruzana.

[12] A. J. Garzón Orduña y R. O. Ortiz Mosquera, «Evaluación de los métodos de cálculo de caudales máximos probables en edificaciones de uso residencial de la ciudad de Bogotá,» de *XIII Simpósio Iberoamericano de redes de agua, aguas residuale y drenaje*, Brasil, 2014.

[13] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, NEC-11. CAP 16. Norma Hidrosanitaria NHE Agua, Quito: Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011.

[14] Comisión Nacional del Agua, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

[15] V. H. Alcocer-Yamanaka y V. G. Tzatchkov, «Scielo,» 3 Mayo-Junio 2016. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v7n3/2007-2422-tca-7-03-00115.pdf. [Último acceso: 8 Septiembre 2018].

[16] A. Trapote Jaume, Infraestructuras Hidráulico-Sanitarias I. Abastecimiento y distribución de agua, Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2013.

[17] Centro Peruano de Estudios Sociales, «Población de diseño y demanda de agua potable,» [En línea]. Available: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable3.pdf. [Último acceso: 10 Septiembre 2018].

[18] S. Arocha Ravelo, Abastecimiento de agua, Teoría y Diseño, Caracas: Ediciones Vega, 1977.

[19] D. C. Bastidas Delgado, Caracterización y estimación de consumos de agua de usuarios residenciales. Caso de estudio: Bogotá, Bogotá: Universidad de los Andes, 2009.

[20] SUNASS, Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Evaluacion del desempeño de medidores domiciliarios y estimación del error de medición en el sistema de agua potable de la ciudad de Lima y Callao, Lima, 2003.

[21] Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, «Los Sistemas de Información Geográfica. Geoenseñanza,» Geoenseñanza, 1 enero - junio 2006. [En línea]. Available: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010. [Último acceso: 13 Septiembre 2018].

[22] F. Dávila Martínez y E. Camacho Arranz, Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. "Propuesta Metodolófica", Santander: Vibercarto, 2012.

[23] L. Herrera , A. Medina y G. Naranjo, Tutoría de la Investigación Científica, Quito: Gráficas Corona, 2004.

[24] I. Consejo Cantonal de Ambato, «Delimitación y creación de las parroquias urbanas de Ambato,» Ambato, 1975.

[25] G. Rodríguez, «Abastecimiento de agua potable en Quito. ¿Cuáles son las alternativas en gestión de crisis?,» Instituto de Altos Estudios Nacionales, Quito, 2011.

[26] Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato, «Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial,» Ambato, 2015.

2 Anexo Fotográfico

Foto 1: Registro de lecturas diarias	**Foto 2:** Evaluación del micromedidor y encuestas
	
Foto 3: Registro horario con cámara en el predio 44	**Foto 4:** Encuestas a usuarios de la parroquia
	

Foto 5: Registro de las presiones	**Foto 6:** Registro de las presiones
	

3 Anexo Digital

Toda la base de datos se encuentra en el CD adjunto, el cual forma parte del respaldo de este trabajo experimental bajo el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR ATOCHA – FICOA DEL CANTÓN AMBATO”.

El CD cuenta con una hoja de cálculo con el nombre: “ATOCHA – FICOA”, la misma que cuenta con todo el análisis de la información levantada en campo. Este archivo contiene varias pestañas que poseen un título concerniente al proceso de cálculo ejecutado, en detalle:

a) Consumo Diario
b) Proyección máxima
c) Consumo semanal
d) Consumo per-cápita

e) Consumo horario (intervalos de 1, 2, 3 y 4 horas)
f) Presiones
g) Encuestas

A su vez, también contiene otro archivo en excel denominado “LECTURAS DIARIAS ATOCHA- FICOA” con el registro de las lecturas de los micromedidores de los 60 días llevados a cabo.

Adicionalmente, cuenta con dos carpetas que abarcan los anexos fotográficos concernientes a las lecturas diarias, como también de las lecturas horarias. Las carpetas se denominaron con los nombres “CONSUMO DIARIO” y “CONSUMO HORARIO”, respectivamente.

a) La carpeta de CONSUMO DIARIO cuenta en su interior con carpetas nombradas en orden según la fecha en la que realizó el registro de las lecturas.
b) La carpeta CONSUMO HORARIO cuenta con el registro de las lecturas horarios durante una semana de la vivienda seleccionada.

Finalmente, contiene un archivo en formato PDF en el que se encuentra el digitalizado las encuestas respondidas por los usuarios de la parroquia.