



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

TRABAJO EXPERIMENTAL, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA CIVIL

Tema:

**“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA
RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN
AMBATO.”**

Autor: Patricio Sebastián Flores España.

Tutor: Ing. Msc. Dilon Moya Medina.

Ambato – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Dilon Moya, en calidad de Tutor del presente Estudio Experimental con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO.”** desarrollado por Patricio Sebastián Flores España , egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil, modalidad presencial, considero que dicho estudio experimental reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el Consejo Directivo de la Facultad.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Noviembre del 2018

EL TUTOR

Ing. Msc. Dilon Moya Medina

AUTORÍA

Yo, Patricio Sebastián Flores España, con cédula de identidad No. 172355931-4, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido, las ideas y análisis presentados en el Estudio Experimental bajo el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO.”**, es de mi autoría a excepción de los conceptos emitidos en las citas bibliográficas.

Ambato, Noviembre del 2018

AUTOR

Patricio Sebastián Flores España
C.I. 172355931-4

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Noviembre del 2018

AUTOR

Patricio Sebastián Flores España

C.I. 172355931-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Lo miembros del Tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental realizado por el Sr. Patricio Sebastián Flores España, egresado de Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO.”**

Ambato, Noviembre 2018

PRESIDENTE

Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

Ing. Msc. Lenin Maldonado Narváez

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme fortaleza y sabiduría para poder concluir este logro de mi vida.

A mis padres, Patricio Flores Naranjo y Lucia España, por ser los pilares fundamentales de mi vida, por haberme dado el estudio, por guiarme ser mi fortaleza tanto en lo profesional como en lo espiritual, gracias por ser mi motor, mi inspiración, mi ejemplo a seguir y por siempre brindarme todo su apoyo incondicional, porque su amor y comprensión es mi mayor fuerza lo cual me permitió llegar a este momento especial de mi vida.

A mi hermano, Leonardo, por apoyarme siempre y estar a mi lado ayudándome para llegar a cumplir mis objetivos durante el arduo camino de mi estancia universitaria.

A mi Abuelita, por todo ese ánimo y apoyo depositado en mí para finalizar mis estudios

A mi familia en general que me ha brindado su apoyo absoluto y por compartir buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por tantas bendiciones derramadas sobre mí a lo largo de mi vida.

A mis padres por brindarme su apoyo para poder seguir adelante, gracias por enseñarme a luchar por lo que ha uno verdaderamente le apasiona.

A mi familia, por brindarme todo su apoyo y estar pendientes de mí durante toda mi vida universitaria.

A mi tío, Rafael Flores por compartirme sus conocimientos y estar al pendiente de mí durante la vida universitaria y por todo el apoyo brindado.

Al Ing. Dilon Moya Medina por los conocimientos impartidos y por su tiempo dedicado para la realización de este proyecto.

A mis amigos Nicolás y Paola, por su comprensión y paciencia durante este diario trajinar, agradezco esa amistad sincera y desinteresada durante estos años, gracias por esos grandes momentos durante el transcurso de mi formación como profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, por la formación obtenida, a cada uno de los docentes por sus conocimientos impartidos para mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XV
ABSTRACT	XVI

B. TEXTO

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. Tema del trabajo experimental	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.	6
1.4.1. Objetivo general.	6
1.4.2. Objetivos específicos	6

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Fundamentación teórica	7
2.1.1 El agua	7
2.1.2 Consumo de agua potable	8
2.1.3 Tipos de consumo	8
2.1.4 Dotación o consumo per cápita.....	8
2.1.5 Factores que afectan la dotación.....	10
2.1.6 Variaciones de consumo	11
2.1.7 Coeficiente de consumo máximo diario (k1).....	12
2.1.8 Coeficiente de consumo máximo horario (k2)	12
2.1.9 Consumo medio diario anual (Qmd)	12
2.1.10 Consumo máximo diario (QMD).....	13
2.1.11 Consumo máximo horario	13
2.1.12 Curva de consumo diario	13
2.1.13 Patrones de consumo	14
2.1.14 Caudal máximo instantáneo (QMP)	14
2.1.15 Medidores de caudal	15
2.1.16 Presión Hidráulica de la Red de Abastecimiento de Agua Potable	18
2.1.17 Sistema de información geográfica (SIG.)	18
2.1.18 Mapa digital	19
2.2 Hipótesis	20
2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis.....	20
2.3.1 Variable independiente	20
2.3.2 Variable dependiente	20

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipo de investigación	21
3.2 Población y muestra	21
3.2.1 Población	21
3.2.2 Muestra	22
3.3 Operacionalización de variables	23
3.3.1 Variable independiente	23
3.3.2 Variable dependiente	24
3.4 Plan de recolección de información	25
3.5 Plan de procesamiento y análisis	25
3.5.1 Plan de procesamiento de la información	25
3.5.2 Plan de análisis de la información	26

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción del sector en estudio	27
4.1.1 Sector urbano de la parroquia Pishilata	27
4.2. Recolección de información	31
4.2.1. Descripción de la Encuesta	31
4.2.2. Medición diaria	36
4.2.3. Medición horaria	37
4.2.4. Medición de las presiones	38
4.3. Análisis de resultados	39
4.3.1. Resultados de la Encuestas	39

4.3.2. Análisis de la información de los volúmenes de agua potable.	46
4.4 Verificación de la hipótesis.	74

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	75
5.1. Recomendaciones	76

C. MATERIAL REFERENCIAL

1. Bibliografía	77
2. Anexo fotográfico	80

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Dotaciones Recomendadas por tipo de clima y número de habitantes</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2: Dotaciones Para edificaciones de uso específico</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3: Operacionalización de variables-VARIABLES Independiente</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4: Operacionalización de variables-VARIABLES Dependiente</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 5: Plan de recolección de Información</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6: Encuesta sobre el consumo de agua potable</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 7. Formato de toma de lecturas</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 8 Tabla de toma de lecturas horarias</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 9: Tabla Promedial de la Presión</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 10: Tabla de Tipología de Vivienda</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 11. Tabla de Tipos de Vivienda</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 12: Unidades sanitarias</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 13: Diferencias de Consumo de Cada Día</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 14: Valor Per Cápita de Consumo y Valor Promedial.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 15: Valor Porcentual de la Interpolación Per Cápita</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 16: Consumo Horario del sector Pishilata III</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 17: Tabla de Resumen de la Variación de Consumo Horario</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 18: Persistencia de Consumo del sector Pishilata III</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 19: Valor promedial de Presión</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 20: Valores Porcentuales de la Interpolación de Presiones</i>	<i>73</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Área de Cobertura Acuífero Picaihua</i>	5
<i>Figura 2. Curva de Consumo Diaria Típica</i>	14
<i>Figura 3: Clasificación de los Macromedidores</i>	16
<i>Figura 4: Medidor Volumétrico</i>	17
<i>Figura 5: Sistema De Medidores De Velocidad</i>	18
<i>Figura 6: Sector en Estudio</i>	29
<i>Figura 7: Predios</i>	30
<i>Figura 8: Marcas de medidores más comunes en el sector de Pishilata III</i>	34
<i>Figura 9: Como Leer un Micromedidor de Agua Potable</i>	35
<i>Figura 10: Cámara Filmadora</i>	38
<i>Figura 11: Manómetro</i>	38
<i>Figura 12: Tipología de Vivienda</i>	40
<i>Figura 13: Tipo de Vivienda</i>	41
<i>Figura 14: Número de usuarios por vivienda</i>	42
<i>Figura 15: Unidades Sanitarias</i>	43
<i>Figura 16: Unidades Sanitarias</i>	43
<i>Figura 17: Identificación del problema</i>	45
<i>Figura 18: Dotación de Agua del sector Pishilata III</i>	46
<i>Figura 19: Consumo Promedial por vivienda para el sector Pishilata III</i>	48
<i>Figura 20: Consumo Per Cápita</i>	52
<i>Figura 21: Interpolación Per Cápita</i>	54
<i>Figura 22: Variación del consumo por cada 3 Horas</i>	58
<i>Figura 23: Persistencia de Consumo del sector Pishilata III (Gráfico)</i>	61
<i>Figura 24: Patrón de Consumo Horario cada 1 hora</i>	63
<i>Figura 25: Patrón de Consumo Horario cada 2 hora</i>	64
<i>Figura 26: Patrón de Consumo Horario cada 3 horas</i>	65
<i>Figura 27: Patrón de Consumo Horario cada 4 horas</i>	66
<i>Figura 28: Patrón de consumo Diario</i>	68
<i>Figura 29: Interpolación de Presiones</i>	72

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>k1</i> = <i>Coficiente de consumo Máximo Diario</i>	[Ecu. 1]..... 12
<i>k2</i> = <i>Coficiente de consumo Máximo Horario</i>	[Ecu. 2]..... 12
<i>Qmd</i> = <i>Consumo Medio Diario Anual</i>	[Ecu. 3]..... 12
<i>QMD</i> = <i>Consumo Máximo Diario</i>	[Ecu. 4]..... 13
<i>QMH</i> = <i>Consumo Máximo Horario</i>	[Ecu. 5]..... 13

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DE LA CIUDAD DE AMBATO.”

AUTOR: Flores España Patricio Sebastián

TUTOR: Ing. Dilon Moya Medina

RESUMEN EJECUTIVO

El Presente trabajo, tiene como finalidad realizar una caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Pishilata III del cantón Ambato, con dicha curva se podrá determinar la demanda per cápita del agua potable del sector investigado relacionándolo con la condición socio-económica. El trabajo inicia en la medición de la demanda del agua potable de los usuarios del sector, el cual nos permite obtener, patrones consumo horario y diario, consumo promedial por vivienda y consumo per cápita, posteriormente se realizará un mapeo de los puntos tomados de nuestra muestra y la digitación de los resultados en el software ArcMap. Para el desarrollo del presente trabajo inicio con la recolección de datos y de información necesaria sobre las dos redes de distribución El Rosario y Acuífero de Picaihua, las cuales distribuyen del líquido vital a los usuarios ; siendo administrada por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato “EMAPA”, conjuntamente se realizó encuestas a los usuarios residentes del sector, además la medición de presión que existe en el sector en puntos estratégicos, en diferentes horas. Concluyendo con un análisis estadístico e interpretación de resultados como: La calidad y cantidad de dotación de agua, volúmenes de agua potable, patrones de consumo, variación de presiones en las redes de distribución, mediante gráficas y tablas para finalmente genera un mapeo en el software. Así se obtuvo que el valor promedio del sector es de $0.66\text{m}^3/\text{d}$, el patrón horario 11.23m^3 el valor per cápita es de $165\text{ L}/\text{hab}/\text{d}$, un consumo diario de $0,47\text{m}^3/\text{d}$ y un consumo horario que se evidencia por día obteniendo el máximo valor los días miércoles por la tarde y los fines de semana los domingos por la tarde.

ABSTRACT

The present experimental work has the goal of making a characterisation of the curve about the daily consume of the potable water net in Pishilata III located in Ambato city. With the mentioned curve we can determinate the demand Per Cápita of potable water on the investigated sector relating it with the social- economic situation. The experimental work begging with the demand's measure of potable water for the users in the sector. It provides consumption patterns based on the hourly and daily basis, average consumption per household and per capita consumption. After this we proceed with a mapping of the important points and samples taken by our software ArcMap. For the development of the present work we beggin with the collection of data and information needed about the two nets of distribution "El Rosario and "Acuifero de Picaihua" this two supplies the vital liquid to the users; it's administrated by "Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA)". A poll applied to the residents of the sector by the mentioned institution plus the measure of pressure in estrategic points and determinated time. As the conclusion of the statistics and results we may say that the quality and quantity of potable water volume, consume patterns, changes on the pressure along the distribution net, by expressing them on tables and finally generate a mapping on the software. Thus it was obtained that the average value of the sector is 0.66 m³/d, the hourly pattern 11.23m³ the per capita value is 165 L/hab/d, a daily consumption of 0.47 m³/d and a hourly consumption that is evidenced by day getting the most value on Wednesday afternoons and weekends on Sunday afternoons.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. Tema del trabajo experimental

“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO.”

1.2. Antecedentes

Desde que el ser humano habita en la Tierra, el recurso agua del planeta ha variado considerablemente en espacio y tiempo, por tal motivo en los continentes Asia y América son los que tiene mayor cantidad del recurso entre 12.000 a 13.500 km³, y el de menor cantidad es Europa entre 2.400- 2.500 km³ respectivamente en cada año, esta también puede variar de acuerdo a las estaciones del año en cada continente [1].

El ser humano depende esencialmente del agua, para realizar actividades cotidianas como para beneficios en la salud, siendo el recurso agua el líquido vital, para la existencia del hombre y su desarrollo en ámbitos sociales, económicos y políticos [2].

El continente en el cual nosotros nos desarrollamos (Americano), está integrado por 35 países cada uno con su propia realidad cultural lo cual deriva en un diferente enfoque sobre el recurso hídrico. Siendo este el líquido vital; no es abundante en todos los países de América, y cada uno de los mismos se le da diferente uso, básicamente se lo toma para el consumo humano, que impacta de manera directa al recurso, teniendo como amenaza la contaminación del ecosistema [3].

Los efectos negativos con mayor incidencia se ven plasmados en diferentes países del continente nos enfocaremos en el país de Chile precisamente en la zona de Atacama, cuya característica es la falta de lluvias, y el país norteamericano por poseer áridos desiertos, siendo estas zonas de sequía, pero también se tiene fuentes de recurso de

agua para abastecer a ciertos países como es la cuenca del Río Amazonas.

En ciertos países su principal aporte de agua para uso y consumo humano viene de origen subterráneo como espacios porosos y fisuras, pero también en países que tiene privilegios de agua dulce originándose de corrientes superficiales, proviene de cuencas como: Amazonas, Congo y Orinoco, como también los ríos superiores a 100 Km³ [4].

Con el aumento de la población incremento sus necesidades, por lo que la ONU vio necesario establecer a nivel internacional que el agua sea un derecho elemental del ser humano cubriendo con esto los factores de disponibilidad, calidad y accesibilidad del mismo, para poder tener una vida digna [5].

El líquido vital debe estar salubre no debe encontrarse con microorganismos, ni sustancias químicas el cual ponga en riesgo la salud del ser humano, debe estar a disposición de cada persona de manera suficiente para cubrir sus necesidades básicas, como también tener accesibilidad en cada casa, escuela, y trabajo cada día los ecuatorianos consumen, un promedio de 249 litros de agua [6].

Según cierta información de varios artículos se puede mencionar que el Ecuador, es privilegiado por su ubicación siendo un país con mayor biodiversidad de América por ende es rico en agua, cuenta con sistema de drenaje natural que conduce el afluente a los ríos, convirtiéndose en el país más atravesado por ríos en el mundo, los cuales desembocan en el Pacífico y en el Atlántico.

Una vez realizado el estudio y análisis de los diferentes factores que influyen en el uso del agua, se procede a examinar los patrones de consumo en usuarios residenciales, ayudando a elaborar un modelo integrado que describa mencionado consumo de agua esto nos brindara un futuro de mejoramiento en políticas de gestión del recurso agua, las cuales van direccionadas a la efectividad del consumo [7].

Con la intención de tener una medida entre la obtención, repartición, consumo y recaudación del suministro de agua potable, las empresas públicas cuentan con

elementos de control de consumo de agua para la recaudación del mismo. Dichos mecanismos de control deben realizar desde la obtención hasta la entrega a los usuarios.

Lo cual se sintetiza ponderar los caudales captados que se dirigen a la planta de tratamiento para su posterior almacenamiento donde se analiza la calidad de agua para finalmente conducirlo a la red de distribución (macromedición), considerar el volumen de agua potable consumida para el posterior recaudación, y es así como se determina con exactitud la cantidad de agua que se produce y consume por los usuarios y es así como se determina el sustento de la economía de mercado (oferta - demanda), esto mediante la instalación de equipos de lectura (medidor) por usuario. (Micromedición)

El agua que acoge el 98% de los ambateños, proviene de distantes fuentes entre ellas: vertientes subterráneas, del canal Huachi-Pelileo sobre el Río Ambato, fuentes en el Río Aguaján en el sector Tilulum, pozos profundos de varias zonas. También se impulsa el agua que llega desde Píllaro a través del proyecto Quillán-Alemania, que abarca hasta el sector de Pilishurco. Con 400 litros por segundo de agua, aportará el proyecto Chiquiurco que se realiza en la zona alta de Pasa, donde también se beneficiaría Pelileo [8].

Acuífero de Picaihua dio paso al mejoramiento de la calidad de vida en la ciudadela techo propio, Huachi San Francisco y de otras zonas surorientales de la ciudad, con un caudal de explotación de 120 litros por segundo (L/s), con una profundidad que supera los 102 metros y bombea el líquido vital a los tanques de reserva ubicados en la parte alta. El sistema de Agua Potable La Floresta – Techo Propio es abastecido por el pozo tres de Picaihua y beneficia a los sectores: Cooperativa de Viviendas Techo Propio y Tigua [9].

Figura 1: Área de Cobertura Acuífero Picaihua



Fuente: L. Amoroso Mora, F. Catro Solórzano, J. Arregui Toro, M. Proaño y W. Siza [9].
Realizado por: Patricio Flores

1.3. Justificación

Los ecuatorianos en su gran mayoría utilizan como suministro de agua una red de tubería que les proporciona el líquido vital extraído de pozos, manantiales, ríos lagunas, etc. De los páramos ecuatorianos. El agua se desperdicia cuando los usuarios se lavan los dientes, se bañan, sin cerrar correctamente la llave o por fugas en el hogar. El agua no solo se desperdicia durante el consumo, sino también se pierde por evaporación cuando está en los tanques almacenada o cuando se dirige por la red de tubería. [10].

La ciudad de Ambato el suministro de agua está a cargo de la Empresa municipal de agua potable y alcantarillado “EP-EMAPA” cuya función es dotar de servicios básicos de agua potable y alcantarillado de manera eficiente para contribuir al bienestar de la colectividad ambateña sin olvidar los estándares de calidad, dicha empresa cuenta con los catastro del consumo mensual de los beneficiarios del recurso a escala volumétrica, pero no cuenta con el comportamiento que presenta a diario el caudal para poder tener conocimiento de la demanda del servicio, con lo cual se puede tomar medidas eficientes, con el incremento y refuerzo de las redes de distribución y observar la apropiada elección de los medidores de agua para su correcto desenvolvimiento [11].

Se presenta la necesidad de un estudio sobre la forma en la que los usuarios utilizan este servicio como es la “Caracterización De La Curva De Consumo Diario De La Red

De Agua Potable Del Cantón Ambato.” Lo cual se enfoca en obtener datos de consumo del sector en estudio.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Pishilata III del Cantón Ambato.

1.4.2. Objetivos específicos

- Obtener patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable del sector Pishilata III del cantón Ambato.
- Realizar la Georeferenciación del sector de investigación, caracterizando las zonas residenciales, comerciales e industriales.
- Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante un software GIS (Geographic Information System).
- Determinar la demanda per cápita de agua potable del sector de investigación, relacionando con la condición socio-económica.
- Elaborar las curvas de consumo diario de la red de agua potable del sector Pishilata III de la ciudad de Ambato.
- Ejemplarizar los resultados obtenidos mediante la modulación de la red de agua potable que abarca el sector de investigación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1 El agua

El agua es el recurso natural más imprescindible sobre el planeta en que habitamos, es elemental para el desenvolvimiento y desarrollo del ser humano, el entorno natural nos proporciona agua limpia que está compuesta por una molécula simple conformada por dos átomos de Hidrógeno y un átomo de Oxígeno. Las propiedades físico-químicas son las que determinan la composición y estructura molecular del líquido vital, encargadas de que se diferencie de otras sustancias [12].

Según [13], existen varios tipos de agua que se puede encontrar en la naturaleza

- a. Agua Potable: Agua tratada que puede ser bebida por los seres vivos sin problema de adquirir enfermedades.
- b. Agua Salada: Agua que contiene alta manifestación de sal (10000 mg/l).
- c. Agua Dulce: Agua natural generalmente valorada como adecuada, antes del tratamiento para dar paso al agua potable.
- d. Agua Dura: Agua que posee un alto número de iones positivos. La dureza se determina mediante el número de átomos de calcio y magnesio presentes.
- e. Agua Blanda: Agua poco dura.
- f. Agua Negra: Agua de suministro comunitario luego de ser utilizada en diferentes ámbitos, incluyendo el agua lluvia.
- g. Aguas Grises: Aguas domésticas con excedentes conformada por agua de cocina, agua de lavar y duchas.
- h. Aguas residuales: Líquidos que forman parte de un sistema de alcantarilla.
- i. Agua Bruta: Agua que no tiene nada de tratamiento.
- j. Agua Muerta: Agua que se encuentra estancada sin movilidad y posee una baja cantidad de oxígeno.

2.1.2 Consumo de agua potable

Es el volumen de agua potable ocupado para zacear las exigencias de los usuarios, sin tener presente las pérdidas en el sistema; se expresa en m³/día o L/día. El consumo de agua potable varía respecto a factores que son propios de cada sector, como son el clima, la hidrología, las costumbres del sector, la actividad económica de los moradores del sector y tipos de usuarios.

2.1.3 Tipos de consumo

El consumo de agua se determina según el tipo de usuario:

2.1.3.1 Consumo doméstico

Este consumo se refiere al agua utilizada en las viviendas, y se puede hacer un análisis desde el punto de vista socioeconómico alto, medio o bajo.

2.1.3.2 Consumo no doméstico

Este consumo representa el agua ocupado en comercio (locales comerciales o centros de servicio), industrias (empresas, fábricas, hoteles) y servicio público (escuelas, hospitales, mercados, parques), es decir, lugares donde no está habitado las veinte y cuatro horas del día [14].

2.1.4 Dotación o consumo per cápita

Es la cantidad de agua que se dota a cada persona, para su consumo y actividades diarias estimando las pérdidas, la cual se expresa en litros/habitante/día.

Se lo sustrae mediante una encuesta estadística para determinar las necesidades de agua de la población.

- Las condiciones climáticas del lugar.
- Necesidad de agua potable para industrias.
- Dotación para mantenimiento de mercados, camales, plazas piletas y piletas.
- Dotación de agua contra incendios.
- Riego de parques y jardines.
- Para distintas necesidades más, incluyendo la limpieza de los alcantarillados.

- Dotación establecida para los distintos sectores considerando la necesidad de los diferentes servicios públicos.

2.1.4.1 Dotaciones recomendadas por falta de datos.

Para asignación de la dotación se debe hacer mínimo una indagación cualitativa de los hábitos de consumo, usos de agua y un costo cercano de los servicios y existencias hídricas en las fuentes.

Para Poblaciones menores a cinco mil habitantes, se debe optar por dotaciones mínimas fijadas como se indica en la *Tabla I*.

Tabla I: Dotaciones Recomendadas por tipo de clima y número de habitantes

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: Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición, de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, Pág. 66, 1992.

Realizado por: Patricio Flores

Tabla 2: Dotaciones Para edificaciones de uso específico

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m 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
Lavandería y tintorería	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	360 a 600
Sala de fiesta y casinos	L/m ² área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiantes/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: NEC-11. Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua, Pág. 16, 2011

Realizado por: Patricio Flores

Como caso puntual la dotación del líquido vital para lo que es fábricas, industria y agropecuario se lo debe comprobar adecuado el tipo de producción. De acuerdo a los valores de la *Tabla II* son experimentales para lo cual queda a criterio del diseñador ocuparlo, según el fabricante queda la posibilidad de imponerse el máximo valor [15].

2.1.5 Factores que afectan la dotación.

Para Ruiz [16], hay varios factores que afectan positiva y negativamente la dotación del agua; entre los principales mencionaremos los siguientes:

- **Tipo de comunidad:** Indistintamente que la población estece ubicado en la zona urbana o rural, se debe tomar en cuenta el consumo domésticos y no doméstico además de tener presente las pérdidas.
- **Factores económicos y sociales:** Se puede constatar a través del tipo de vivienda, siendo el principal parámetro la alteración de consumo por el tipo y tamaño de la construcción. Mientras mayor sea el nivel económico de una

población, consigo aumentará las exigencias y requerimientos de agua, pues las personas desean satisfacer sus necesidades y comodidades.

- **Factores climáticos:** La dotación varía también de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias, en climas extremos tienen gran importancia en el consumo; cuando hace calor se emplea en baños y lavado de ropa, acondicionamiento de aire y riego de jardines, cuando hace frío, aumenta el consumo por calefacción y sobre todo fugas cuando se llegan a romper la tubería por congelamiento del líquido vital.

- **Tamaño de la comunidad:** Tiene que ver directamente con el consumo Per Cápita. Conforme aumenta la población, crece el consumo del agua porque se requiere realizar las principales necesidades básicas con agua.

- **Cantidad de agua disponible:** La sencillez o inconveniente para disponer de agua de las fuentes de abastecimiento, son los parámetros tener idea de la cantidad de agua que puede disponerse.

- **Presión del agua:** Una presión exagerada aumenta la cantidad de agua consumida por fugas y lo contrario muy baja en la cual hace falta agua.

- **Presencia de medidores de caudal:** La instalación de medidores origina un decremento en el consumo del agua por tenerse que cancelar por el uso del líquido vital, los desperdicios se reducen notablemente, si no existiera medidores la dotación base puede incrementarse.

- **Fugas y pérdidas:** La edad de vida útil de una red de agua potable, la conservación de la misma y la calidad de tubería influye en la cantidad de agua que se fuga, y el desperdicio del agua depende en alto grado del nivel cultural de las personas.

- **Calidad del agua:** El uso de agua aumenta conforme si su calidad es superior, y que se podrá emplear en todos los usos, principales en la industria.

2.1.6 Variaciones de consumo

El consumo no es permanente durante todo el año, incluso se manifiesta con variaciones durante el día, con lo cual se hace imprescindible que se calcule gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculos de estos es indispensable utilizar coeficientes de variación diaria y horaria respectivamente.

2.1.7 Coeficiente de consumo máximo diario (k1)

Son las variaciones de máximo consumo diario, se lo define como el día máximo consumo de una serie de datos registrados durante un año, dicho coeficiente se lo obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario.

$$k1 = \frac{\text{Mayor consumo diario}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \quad [\text{Ecu. 1}]$$

Otros autores señalan que se ocupa el coeficiente $k1=1,30-1,50$ en caso de no contar con los suficientes datos [17] [18].

2.1.8 Coeficiente de consumo máximo horario (k2)

Son las variaciones de máximo consumo horario, se lo define como la hora de máximo consumo del día de una serie de registros durante un año, dicho coeficiente se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario.

$$k2 = \frac{\text{Caudal máximo horario (QMH)}}{\text{Consumo medio diario (Qmd)}} \quad [\text{Ecu. 2}]$$

En caso de no contar con los datos necesarios, se recomienda utilizar valores entre $k2=2,00 - 2,30$ [19].

2.1.9 Consumo medio diario anual (Qmd)

El Qmd 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/s) y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Qmd = \frac{q*N}{1000*86400} \quad [\text{Ecu. 3}]$$

Donde:

Qmd= Consumo medio diario anual.

Q= Dotación (l/hab/día)

N= Población futura (Hab) [19].

2.1.10 Consumo máximo diario (QMD)

El consumo máximo diario se define como el día de consumo máximo registrado durante un año. Se lo obtiene al multiplicar el consumo medio diario anual por el coeficiente de consumo máximo diario K1:

$$QMD = Qmd * K1 \quad [Ecu. 4]$$

Donde:

QMD= Consumo Máximo Diario

Qmd= Consumo medio diario anual

K1= Coeficiente de variación de consumo máximo diario [19].

2.1.11 Consumo máximo horario

Se lo define como la hora de consumo máximo del día de consumo durante un año. Se lo obtiene multiplicando el consumo máximo diario anual por el coeficiente de consumo máximo horario K2:

$$QMH = Qmd * K2 \quad [Ecu. 5]$$

Donde:

QMH= Consumo Máximo Horario

Qmd= Consumo medio diario anual

K1= Coeficiente de variación de consumo máximo horario [19].

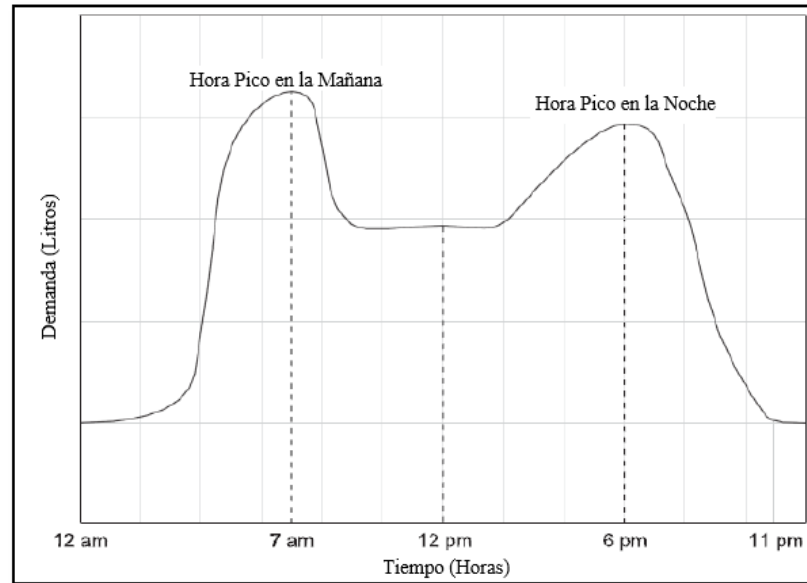
2.1.12 Curva de consumo diario

El uso del suministro de agua, es un sistema de distribución del mismo de manera variable, a causa de la inestable demanda; cuando las variaciones son obtenidas en un largo periodo de tiempo, se puede obtener una caracterización de la dinámica del consumo de dicho sector, lo que permite representar la realidad del sector de una manera más exacta.

Las variaciones temporales del suministro de agua de un sector suelen ser un ciclo de 24 horas a la cual se llama “**Curva Característica de Consumo Diario**”. Sin embargo los flujos de agua en el sistema no solo experimenta cambios desde el punto de vista diario, sino también semana y anual. Como es de esperarse, las curvas de consumo

diario de los fines de semana, son diferentes a las curvas de los días laborables [20].

Figura 2. Curva de Consumo Diaria Típica



Fuente: A.J.C. Orduña [20].
Realizado por: Patricio Flores

2.1.13 Patrones de consumo

También denominado Curva patrón de consumo, el cual permite saber el volumen de agua que se consume en los diferentes intervalos de tiempo-caudal y que expresa el porcentaje total consumido en litros sobre hora (L/h). En otras palabras permite determinar las frecuencias de consumo del sistema de agua potable lo cual plasmamos en un histograma de frecuencias, que está caracterizada por un patrón de consumo (volumen), junto con la curva característica de consumo (caudal), con estas herramientas ya obtenidas nos da acceso a conocer y estudiar la manera como los usuarios consumen el agua. [21]

2.1.14 Caudal máximo instantáneo (QMP)

Es el caudal más relevante (alto) que se presenta en cada sistema de tubería que conforma un sector, con el cual debería diseñarse dicho sistema. Para evaluación es necesario realizar mediciones del sistema de cada sector durante un lapso de tiempo considerable, para lo cual se debe emplear cualquier sistema de medición que determine dicho caudal máximo y después extrapolar los resultados para que el tamaño de las muestra sea representativa.

2.1.15 Medidores de caudal

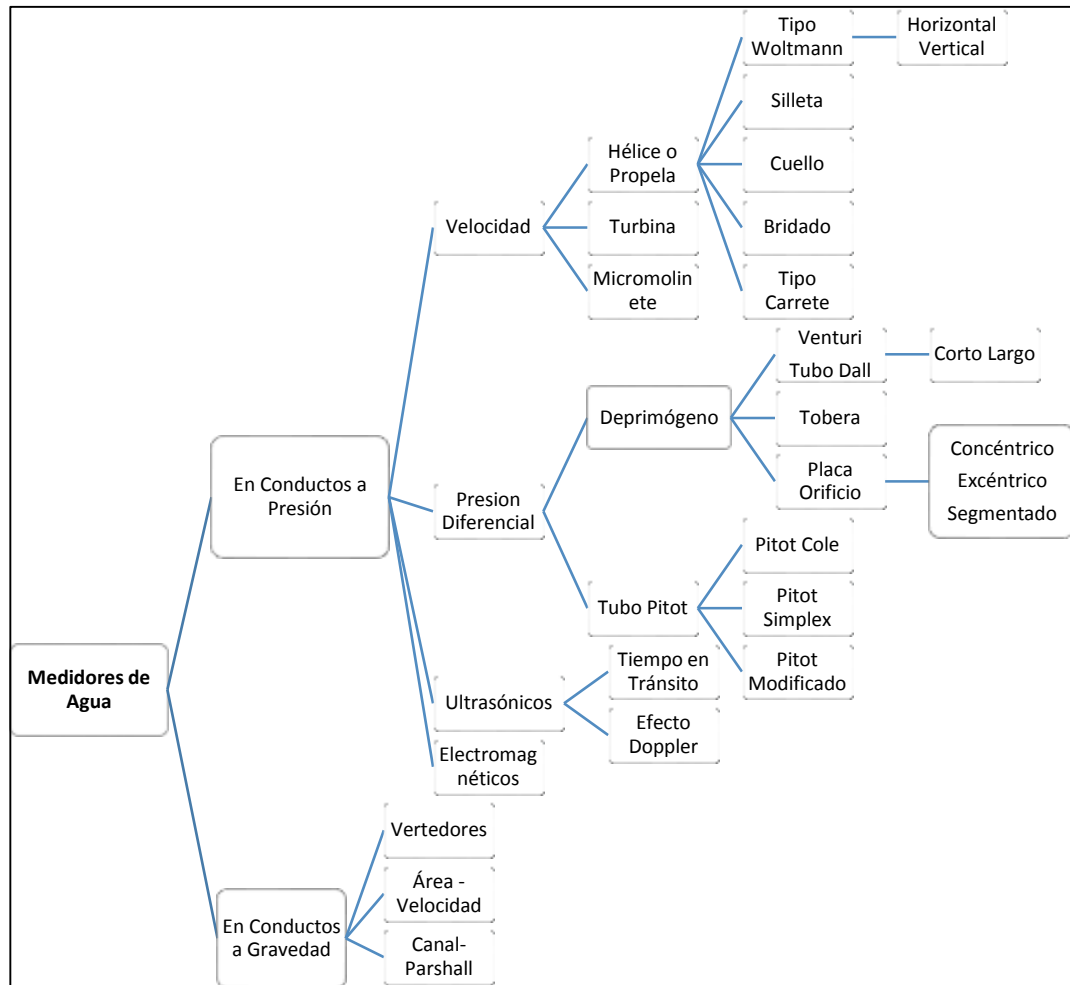
Los medidores de agua, son aparatos encargados de dar a conocer el volumen de agua consumido en cada uno de las viviendas, su lectura he información arrojada se utiliza para los trámites de facturación por el consumo del mismo líquido. Estos dispositivos no son precisamente caudalímetros, puesto que se encargan de totalizar el volumen de agua, dato con el cual se puede determinar el caudal por hogar, por lo general se los ubica a la entrada de cada domicilio.

2.1.15.1 Tipos de medidores de caudal.

2.1.15.1.1 Macromedidores

Este sistema permite que la información del agua que sale de la plata potabilizadora se registren en una memoria, luego es enviada a un servidor del departamento de informática y a la unidad de operaciones de la empresa de agua potable, así se podrá obtener datos más reales del abastecimiento en los tanques reservorios y hasta que nivel se llenará para evitar derrames [22].

Figura 3: Clasificación de los Macromedidores



Fuente: eltelégrafo [22].
Realizado por: Patricio Flores

2.1.15.1.2 Micromedidores

Es un objeto que posibilita contabilizar el volumen de agua que pasa por medio de él, se lo ocupa en las conducciones de abastecimiento de agua de instalaciones residenciales e incluso sin propósito, solo para el control de fugas.

2.1.15.1.2.1 Medidores de agua volumétricos:

Corresponde a un dispositivo colocado dentro de un conducto cerrado, compuesto por cámaras de volumen y un mecanismo de disco oscilante, los cuales funcionan con la presión del agua, con lo cual las cámaras se llenan o vacían sucesivamente con el agua, la ventaja de este medidor es que funciona con cualquier tipo de fluido sin importar la viscosidad, y no se ve afectado por la turbulencia del fluido.

Presenta inconvenientes de ser afectada con agua arenosa o de impurezas, las partículas dejan huellas y permiten el paso del agua sin contabilizar.

Figura 4: Medidor Volumétrico



Fuente: Catálogo de medidores para agua Dorot, 2014
Realizado por: Patricio Flores

2.1.15.1.2.2 Medidor de agua de velocidad:

Son aparatos que se sitúan dentro de un conducto y está compuesto por una pieza móvil, que entra en funcionamiento directamente por medio de la velocidad del agua, de ahí es que proviene su nombre. El proceso continúa mediante un movimiento de transición, mediante procedimientos mecánicos, o de algún otro origen, el cual informa el total de caudal.

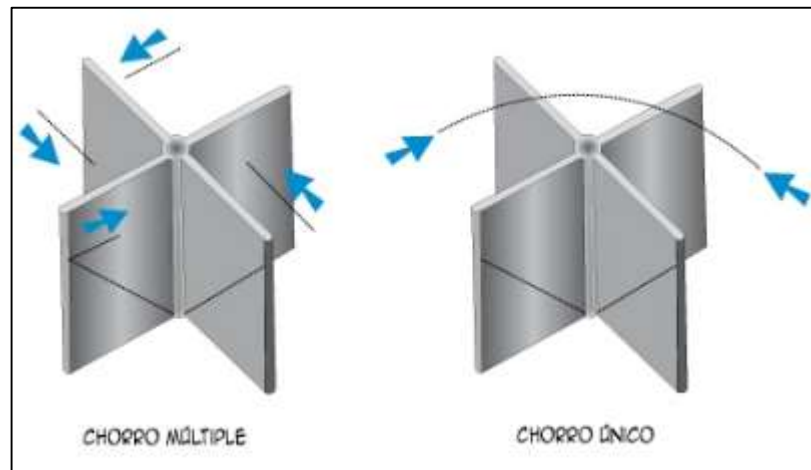
2.1.15.1.2.2.1 Medidor de chorro único

Dispositivos compuestos por un motor combinado con una turbina que al momento de girar en torno al eje de forma perpendicular al flujo de agua en el medidor. Su nombre se debe si el chorro hace contacto con la periferia del motor en un solo lugar.

2.1.15.1.2.2.2 Medidor de chorro múltiple

Dispositivos compuestos por un motor combinado con una turbina que al momento de girar en torno al eje de forma perpendicular al flujo de agua en el medidor. El chorro hace contacto con diferentes puntos alrededor de la periferia del motor [23].

Figura 5: Sistema De Medidores De Velocidad



Fuente: Catálogo de medidores para agua Estrada, 2004
Realizado por: Patricio Flores

2.1.16 Presión Hidráulica de la Red de Abastecimiento de Agua Potable

Es la fuerza que actúa sobre una superficie determinada. Una misma fuerza puede producir más o menos presión según la superficie sobre la que actúa sea menor o mayor.

Por tanto al hablar de presión no es suficiente con indicar la fuerza o el peso, sino que hay que indicar también la superficie como es el asbesto y el PVC, sobre la que opera la fuerza o el peso [24].

Según [25], los tipos de presiones son:

La *presión atmosférica* sobre un punto se define como el peso de la columna de aire, de base unidad, gravita sobre dicho punto.

La *presión relativa* es la presión que existe sobre la presión atmosférica normal, es decir tomando como origen de presiones la presión atmosférica. Se mide con el manómetro, por lo que esta presión se la conoce también como manométrica.

Presión absoluta que existe en un punto es la suma de las dos anteriores, es decir, es el valor de presión medido sobre el vacío o cero absoluto:

Presión absoluta= Presión Atmosférica + Presión relativa.

2.1.17 Sistema de información geográfica (SIG.).

Es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, manipular, almacenar, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos

de planificación y gestión de grandes capacidades de datos procedentes del diario vivir, que están vinculados a una referencia espacial facilitando la incorporación de aspectos, sociales-culturales, ambientales y económicos que conducen a la toma de decisiones de una manera eficaz [26].

2.1.17.1 Funciones de un Sig.

La causa principal para la utilización de un SIG. es la administración de información espacial. Esto permite que el sistema clasifique la información y la guarde de manera separada en capas temáticas independientes con lo cual se trabaja de una manera sencilla, rápida y práctica. Facilitando al usuario la probabilidad de relacionar la información existente a través de tipologías existentes, con el afán de generar una nueva que podría obtenerse de otra manera.

Según Giraldo [27], los principales problemas que puede resolver un sistema de información geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad:

- Localización: Características de un lugar en especial.
- Condición: Cumplimiento no de condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: Comparación entre situaciones temporales o espaciales con distintas características.
- Rutas: Cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: Detección de pautas espaciales.
- Modelos: Generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátil, el campo de la aplicación del SIG. es amplio, tiene la capacidad de utilizar la mayoría de actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha iniciado de manera decisiva en su evolución tecnológica.

2.1.18 Mapa digital

Estamos en la era de los satélites, de la tecnología y de lo digital, los mapas como siempre están en nuestra vida. Por ende son dibujos electrónicos creados a base de gráficos con formas básicas como líneas, polígonos, puntos, círculos, etc. Posteriormente se va plasmar la información espacial y cualquier actividad de una

forma ordenada, todo esto va estar organizado en capas, con el fin de visualización e impresión [28].

2.2 Hipótesis

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Pishilata III del cantón Ambato influye en la curva de consumo diario.

2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis

2.3.1 Variable independiente

La demanda de agua potable de los habitantes del sector Pishilata III

2.3.2 Variable dependiente

Curva de consumo diario.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipo de investigación

Los niveles o tipo de investigación que se utilizará en este proyecto será: exploratorio analítico y descriptivo.

Exploratorio, en el presente proyecto se hacen mediciones de caudales, presiones y encuestas sobre el consumo del agua potable a los usuarios de las viviendas seleccionadas en la zona de Pishilata III.

Analítico, porque luego de realizar las mediciones de caudales y las encuestas, se ejecutará un análisis sobre los datos recolectados en campo para su posterior análisis, tabulación e interpretación de los mismos.

Descriptivo, al finalizar el presente proyecto se contará con datos experimentales como son: las curvas de consumo, patrones de consumo, y caudales máximos diarios para la zona de Pishilata III ubicada en el cantón Ambato, lo cual se plasmará como un mapa de información geográfica.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población que se tomó para el estudio fueron 100 viviendas de la zona de Pishilata III en zonas estratégicas y dispersas para una buena obtención de la muestra, sin importar que pertenezca a la red privada de EMAPA o a la red de agua potable de “El Calvario”, las cuales abastecen a la parroquia en estudio. La población que se tomó para la realización del presente estudio, fue la proporcionada mediante información predial urbana y rural disponible en la *Dirección de Catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato* en donde se tomó la información de la Parroquia Pishilata con 11983 predios urbanos [29].

3.2.2 Muestra

El método empleado para determinar la muestra de nuestro proyecto fue el “*Muestreo No Probabilístico Por Juicio De Expertos O Discrecional*”, el cual expone que la muestra puede ser seleccionada intencionalmente a base de conocimiento y juicio del investigador, este tipo de muestreo es económico, práctico, rápido, y subjetivo, su valor depende por completo de la creatividad de la autoridad encargada del estudio [30].

De la población existente, se ha seleccionado una muestra del 3% de la población existente en cada sector, es decir 300 predios de la parroquia en estudio; se ha determinado este porcentaje debido a los siguientes criterios:

- El proyecto de investigación “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del cantón Ambato” abarca todas las parroquias urbanas y rurales, con el objetivo de obtener el coeficiente de consumo correspondiente a cada una de ellas.
- La población del cantón Ambato está integrada por 83235 predios urbanos, según *la dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato*, por lo cual el estudio se ha dividido en 25 subproyectos que conforman el macroproyecto.
- Cada subproyecto se enfoca en un sector en particular.
- La intención de cada subproyecto, es abarcar una muestra representativa de la totalidad de predios; esto corresponde al 3%, es decir 2498 predios.
- Distribuyendo los 2498 predios entre 25 subproyectos, cada uno de ellos contemplará 100 predios.

Por ende, el proyecto “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Pishilata III del cantón Ambato” analizará 300 predios en toda la parroquia; por facilidad y disponibilidad de tiempo se subdividió en Pishilata 1 2 3 para tres estudiantes respectivamente, 100 predios cada uno dando un total de 300 predios.

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variable independiente

Tabla 3: Operacionalización de variables-Variables Independiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Se denomina agua potable o agua para el consumo humano al agua que puede ser utilizada sin restricción para beber o preparar alimentos, así como para el aseo personal entre otras actividades cotidianas.	Agua	Volumen	¿Cuál es la cantidad de agua que se consumen en las viviendas?	Mediciones diarias de la cantidad de agua consumida, mediante medidores encontrados en cada una de las viviendas.
	Aparatos sanitarios	Número	¿Cuál es la cantidad de aparatos sanitarios en el hogar?	Encuestas realizadas a moradores del sector.
	Número de habitantes	Número	¿Cuántos habitantes existen en la vivienda, y cuál es la permanencia durante el día?	Encuestas realizadas a moradores del sector.
	Tipo de Vivienda	Uso	¿Qué tipo de uso se le da a la estructura?	Observación y Encuestas realizadas a moradores del sector.

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

3.3.2 Variable dependiente

Curva de consumo diario

Tabla 4: Operacionalización de variables-Variables Dependiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Curvas donde representamos el consumo y las diferentes variaciones que presenta a lo largo de un período estimado.	Consumo	Variaciones en el consumo	¿Cuáles son las horas de mayor y menor consumo de agua a lo largo del día?	Gráficas de consumo (L Vs h)
			¿Cuál es el mayor caudal de consumo?	Curva de consumo (Rango de caudal Vs % promedio de volumen)

Fuente: Patricio Flores

Realizado por: Patricio Flores

3.4 Plan de recolección de información

Tabla 5: Plan de recolección de Información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1.- ¿Para qué investigar?	Para determinar el Consumo de Agua potable y se refleje la situación actual de los moradores del sector implicado.
2.- ¿De qué personas u objetos se recolectará la información?	De los habitantes del sector Pishilata III.
3.- ¿Sobre qué aspectos?	Día de mayor consumo
4.- ¿Quién Investiga?	Flores España Patricio Sebastián
5.- ¿A quién se investiga?	A 100 habitantes
6.- ¿Cuándo se investiga?	Mayo-Julio 2018
7.- ¿Dónde se investiga?	Sector Pishilata III perteneciente a la Ciudad de Ambato.
8.- ¿Qué técnicas utilizará?	Encuestas Observación
9.- ¿Con qué instrumentos?	Con la ayuda de los medidores de caudal de agua potable.

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

3.5 Plan de procesamiento y análisis

3.5.1 Plan de procesamiento de la información

- Realizar una investigación bibliográfica sobre los métodos usados para la obtención de las curvas de consumo y la metodología para determinar los caudales máximos en edificaciones.
- Proponer un sistema de medición de caudales demandados y encuestas sobre la caracterización de los usuarios residenciales, estratos sociales, área de la vivienda, tipo de vivienda, número de personas que la habitan, número de salidas hidráulicas, entre otros.
- Recolección de datos de campo (medición de caudales, encuestas y presiones) a los usuarios residentes del sector de Pishilata III de las 100 viviendas seleccionadas.
- Seleccionar u organizar la información obtenida, separándola en función a

sectores de servicio, estrato social, tipo de vivienda, área de la vivienda, número de personas por vivienda.

- Tabulación de corrección de datos de campo.

3.5.2 Plan de análisis de la información

- Análisis y validación de la información recolectada
- Clasificar la información acorde al tema deseado.
- Procesamiento de los datos obtenidos conforme el objetivo planteado.
- Aplicar el método adecuado para obtener resultados veraces.
- Esquematizar los resultados obtenidos mediante histogramas.
- Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante el software ARC GIS.
- Proponer curvas características de consumo diario para los diferentes sectores en estudio.
- Proponer curvas características de consumo horario para los diferentes sectores en estudio.
- Verificar la Hipótesis, determinar conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción del sector en estudio.

El presente estudio se realizó dentro de la provincia de Tungurahua, cantón Ambato en las parroquias urbanas y rurales para esta última dentro del perímetro urbano, nuestro caso puntual la parroquia urbana en estudio es Pishilata, al igual que el resto de parroquias tiene actividades relacionadas con los hábitos de consumo de agua potable, propias y características del sector, pese a ser la parroquia más grande del cantón y la de mayor desarrollo agrícola y ganadero de la urbe desde hace más de 4 siglos [31].

4.1.1 Sector urbano de la parroquia Pishilata

La parroquia Pishilata se encuentra en una Latitud: -1.25931N y Longitud: -78.61262E, se sitúa en la parte baja del Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, puede pasar inadvertido para muchos ambateños, cuenta con 11983 predios urbanos clasificados en residencias unifamiliares, residencias familiares, comercios, centros educativos e instituciones municipales. Actualmente el sector de estudio dispone de todos los servicios básicos como: agua potable, luz eléctrica, sistema de alcantarillado, vías de acceso asfaltadas, adoquinadas y lastradas.

4.1.1.1 La extensión

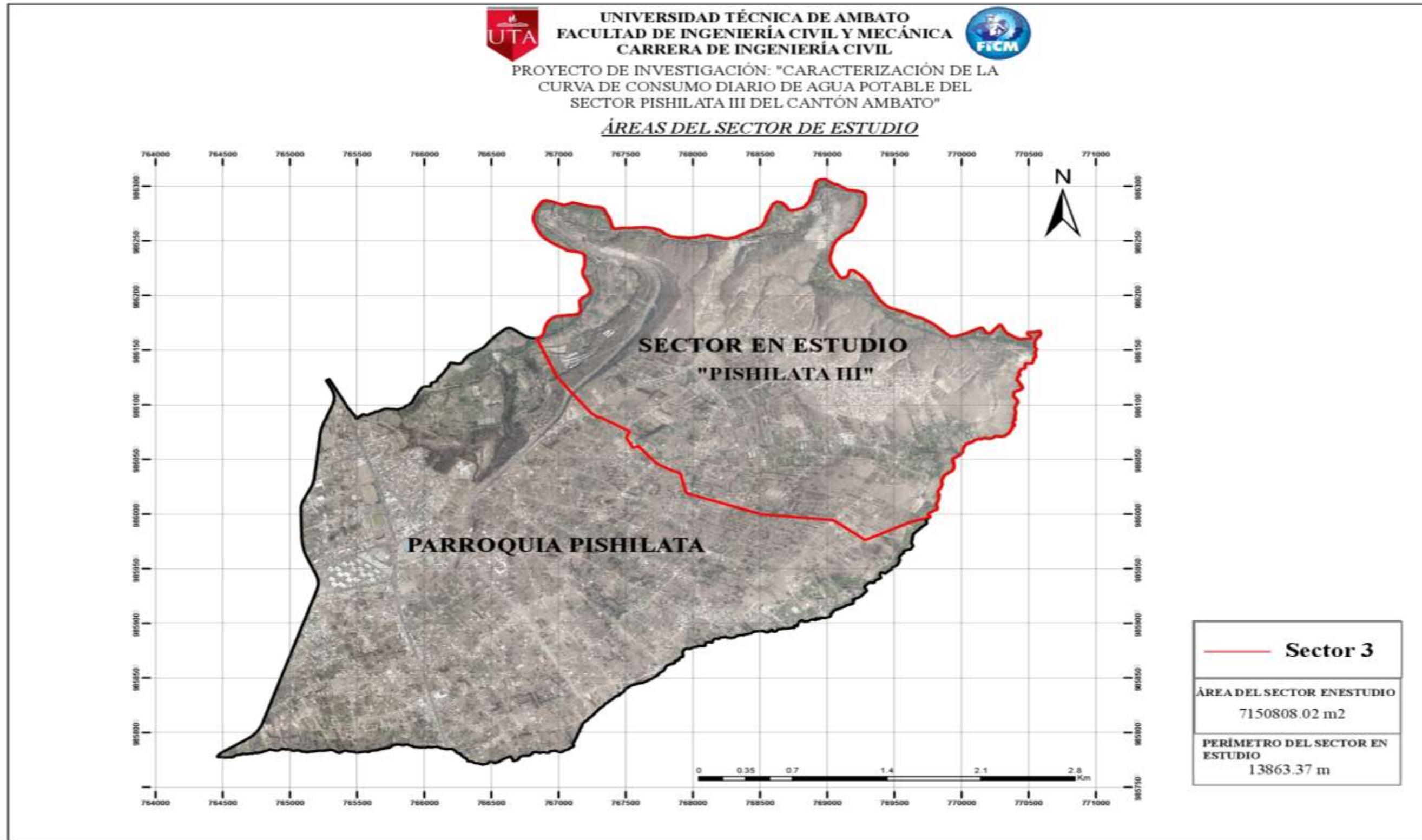
Esta nueva parroquia tendrá los siguientes límites: al este, la quebrada de “Terremoto”, límite urbano; al sur Oeste y Norte, parroquia Celiano Monge y parroquia y parroquia Huachi Loreto partiendo desde el este, la línea del ferrocarril del sur, en sentido sur norte hasta el punto de la quebrada de “Terremoto”, siguiendo esta quebrada en dirección Oeste-Este, pasando por la carretera Amón Oeste-Este, pasando por la carretera Ambato –Baños atraviesa el camino que conduce a “tangaiche”, el camino a Picaihua y manteniendo el curso de la quebrada de terremoto [32].

La ubicación de esta parroquia abarca toda la parte baja del Barrio la Península, la ribera norte del río Ambato y se extiende hasta la zona alta del paso lateral.

Colinda al NORTE con el barrio Ingahurco bajo, al SUR con Picaihua y al ESTE con la avenida Bolivariana, conectando la parte baja de la ciudad con el sur, es también el camino obligatorio para quien desee llegar hasta el sector de las viñas, ubicado a 15 min del centro de la ciudad de Ambato.

En el centro del poblado están la iglesia de San Pedro de Pishilata y un pequeño parque y canchas deportivas. Para el presente proyecto La Parroquia Pishilata, *Figura 6*, se la dividió en 3 sectores. Pishilata III, *Figura 7*, está delimitado por la calle Malpigi al oeste con Pishilata II y al este con las riberas del paso lateral, donde se procedió a seleccionar 100 predios de manera aleatoria y muy dispersos entre sí para obtener unos mejores resultados y una correcta interpolación de datos. [31]

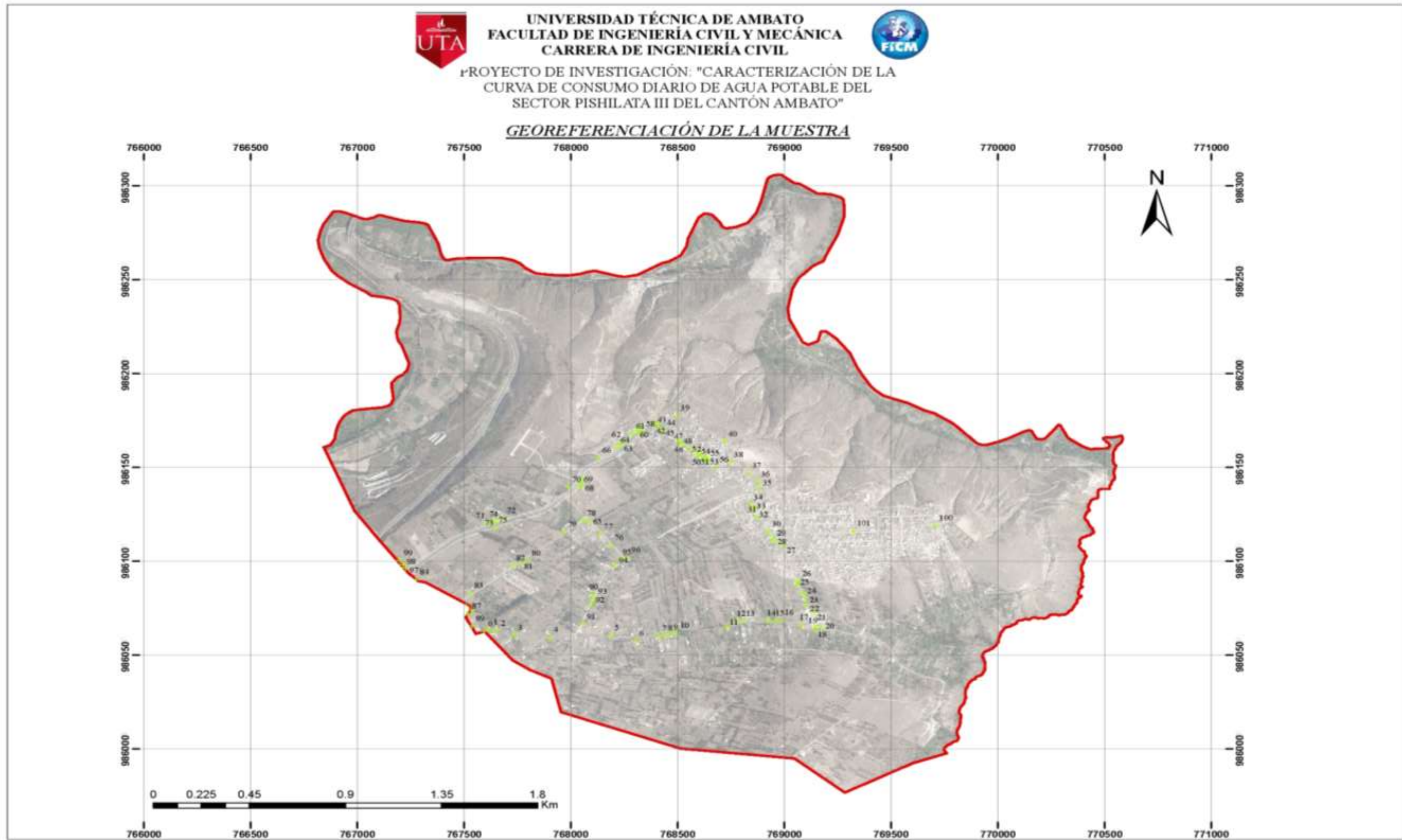
Figura 6: Sector en Estudio



Realizado por: Patricio Flores

Realizado por: Patricio Flores

Figura 7: Predios



4.2. Recolección de información.

Se aplicara instrumentos con una diversidad de técnicas como son la encuesta y la observación para buscar la información deseada, útil al proyecto de manera detalla para complementar la información y asegurar una información completa.

4.2.1. Descripción de la Encuesta

Para el desarrollo de este proyecto se realizó encuestas a los usuarios residenciales de la parroquia Pishilata III, con el propósito de recolectar información indispensable para obtener datos reales basados en los hábitos de consumo de agua potable, la *Tabla 6* está conformada por el rotulado y secciones A, B y C cada una de las secciones está conformada de la siguiente manera:

- **ROTULADO:** Sector, fecha y la identificación de la vivienda.
- **SECCIÓN A: Información del Predio**

El cual se sub divide en Ubicación, dimensiones Tipo de vivienda y Usuarios

UBICACIÓN: El nombre de la dirección de la calle principal, calle secundaria, el nombre del barrio o sector y en parroquia colocar una X si corresponde a urbana o rural.

DIMENSIONES: El área de terreno (m²), área de construcción (m²), número de pisos y el número de departamentos.

TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA: Clasificación de las viviendas del sector en:

A (), B (), C (), D (), siendo “A” Casas de lujo, “B” una vivienda típica, “C” como una vivienda que se encuentre en obra muerta pero ya este habitada y “D” como una casa Primitiva o Básica.

TIPO DE VIVIENDA: Categorización a las viviendas del sector en: Residencia Unifamiliar Residencia Bifamiliar, Comerciales, Industria, Educativa, Municipal, Gubernamental, Recreacional, Edificio Vivienda y Edificio de Oficina.

Entendiéndose como *Residencia Unifamiliar* a las viviendas donde habita una sola familia con un medidor, *Residencia Bifamiliar* una vivienda donde vive más de una familia las cuales comparten el mismo medidor, *Viviendas Comerciales* son aquellas casas donde se desarrolla alguna actividad comercial y las personas no son fijas no permanecen las personas las 24 horas, *Industrias* son aquellos lugares donde se desarrolla una actividad comercial a grande escala *Educativas* son las escuelas

colegios y centros infantiles, *Municipal y gubernamental* son establecimientos públicos como la gobernación, municipios tenencias políticas juntas parroquiales etc. *Recreacionales* son los parques y lugares de esparcimiento público y finalmente *los Edificios de Vivienda y Oficina* cada departamento tiene su propio medidor.

USUARIOS: Cantidad de personas que están la mañana y noche dependiendo si es departamento, vivienda, institución oficina e industria.

- **SECCIÓN B: Servicio de Agua Potable**

Está conformada por unidades sanitarias, medidor, reserva e identificación de problemas.

UNIDADES SANITARIAS: Número de unidades como: Inodoro, lavamanos, bidet, ducha, grifo, lavaplatos, lavadora, Tanque de lavado, Piscina e hidromasaje.

MEDIDOR: Diámetro de la acometida. Tipo de medidor, velocidad, si el chorro es único o múltiple, número del medidor, marca y las condiciones en que se encuentra.



RESERVA: Si posee tanque elevado o cisterna y el volumen de agua que contiene

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA: El costo que cancela mensualmente y si se detecta fugas, pérdidas y uso inadecuado.

- **SECCIÓN C: Nivel de servicio**

Corresponde a la dotación, cantidad, calidad, presión de agua para ver si abastece a la vivienda y detectar problemas intra y extra domiciliarios.

Tabla 6: Encuesta sobre el consumo de agua potable

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

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

4.2.1.1. Descripción Del Equipo De Medición De Caudales

El medidor de agua potable es el encargado de registrar el caudal mediante el principio volumétrico de medición y garantiza así un registro y facturación de consumos de una

manera precisa, contabilizando el número de giros que se produce en el interior del aparato, su nombre *Medidores de Velocidad* es porque el número de giros depende directamente de la velocidad con la que fluye el líquido vital.

Dentro de los sectores de estudio se pudo constatar que existen diferentes marcas de medidores de caudal de velocidad de chorro único, los cuales se detallan a continuación en la *Figura 8*:

Figura 8: Marcas de medidores más comunes en el sector de Pishilata III



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

En base a la *Figura 9*, se indica como tomar la lectura del volumen de agua consumida para un determinado medidor característico del sector en este caso de la marca DH Meters:

Figura 9: Como Leer un Micromedidor de Agua Potable



Fuente: shometers [33]
Realizado por: Patricio Flores

La estrella o detector de fugas es un indicador, que nos permite identificar si existen fugas de agua potable en el interior de las instalaciones de una casa, otra manera sencilla de detectar este percance es cerrar todos los grifos de agua del domicilio, y si la estrella sigue girando es porque existe fugas de agua potable en algún tramo de la tubería interna o en algún accesorio de la casa.

El visor del cuadrante muestra 00003. En este caso la lectura es 3 metros cúbicos y 4100 litros de agua, cabe recalcar que $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

En la *Tabla 7* se observa el formato utilizado para la toma de lectura en la cual se colocará la siguiente información:

Periodo de medición: Es el intervalo de tiempo en el cual se realizó la toma de datos en este caso será Mayo – Julio 2018.

Realizado por: El Autor del proyecto.

Fecha: La fecha en que fue tomada la lectura ejemplo: 21/05/2018 (dd/mm/aa).

Hoja N°: El número de ficha/registro, en el caso de este proyecto tendremos 60 fichas, de los 60 días (2 meses) de medición de caudal.

Cód. Medidor: Aquí se tendrá especificado un diferente código para cada medidor tomado que será de la siguiente forma: **18UPH3001** donde:

- **18=** A la Zona en la que está ubicada la provincia de Tungurahua.
- **U=** Sí el Sector en estudio es Urbano o Rural, en este caso el sector es Urbano.
- **PH3=** Son las iniciales del sector en estudio PH por Pishilata y el numero 3 sí el sector está dividido, en el presente proyecto si fue dividido en tres partes.

- **001**= Es el Número de medidor, dándonos valores hasta el número 100, que fue la muestra tomada.



Coordenadas: Las coordenadas UTM (X, Y) de la ubicación de cada muestra tomada en el sistema WGS_1984_UTM_Zona_17S

Valor Registrado: Es la lectura del medidor registrada ese día.

Código de Foto: La Toma de lecturas se dio por medio de fotografías, las mismas que serán registradas con un código de la siguiente forma: **M#001F14.05.2018** donde:

- **M**= Medidor.
- **#001**= La secuencia desde el medidor #001 hasta #100 del total de las muestras.
- **F14.05.2018**= Fecha de medición. F(dd/mm/aa)

Tabla 7.Formato de toma de lecturas

 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 AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO”				
PERIODO DE MEDICION:				
REALIZADO POR:				
FECHA DE LECTURA			HOJA N°	
VALOR DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR UNIDAD HABITACIONAL				
COD. MEDIDOR	COORDENADAS		VALOR REGISTRADO	CÓDIGO DE FOTO
	E	N		

Fuente: “CIERAC”
Realizado por: Patricio Flores

4.2.2. Medición diaria.

Se realizó la medición de los volúmenes de consumo en cada uno de los predios seleccionados, como se explicó anteriormente, los datos recolectados sobre los caudales serán tabulados y analizados por sector, es decir se analizará los datos obtenidos de la parroquia Pishilata, sector Pishilata III.

La recolección de información con sus sustentos fotográficos fue realizada en un

periodo de 60 días, los mismos que fueron tabulados y ordenados en una *Tabla 7* general denominada Valores de consumo diario por medidor, del cual se obtiene la curva del consumo promedio por vivienda.

4.2.3. Medición horaria.

Se realizó la medición de los volúmenes de consumo en un predio seleccionado del sector, como se explicó anteriormente, los datos recolectados sobre los caudales de cada hora serán tabulados y analizados por sector, es decir se analizará los datos obtenidos de la parroquia Pishilata, sector Pishilata III.

La *Tabla 8* está conformada de una manera de doble entrada por una parte las Horas de manera vertical y los 7 días de semana de manera horizontal, en la tabla cada día consta de lectura, volumen y código.

- **Lectura:** Valores obtenidos mediante el dispositivo electrónico (cámara) el cual se registra cada hora en m³.
- **Volumen:** Es la diferencias de las lecturas de la hora 2 menos la hora 1 en m³, posteriormente se la transformo a litros.
- **Código Foto:** Es el código que se le anexa a la foto que se la realizó de la siguiente manera: **C.14.07.18; 01.**

Dónde: C.=Código 14.=Día 07.= Mes 18;=Año 01= Número de foto.

Tabla 8 Tabla de toma de lecturas horarias

REGISTROS DE CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR DE PISHILATA III																												
HORA	DOMINGO				LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO			
	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO	LECTURA	VOLUMEN	VOLUMEN	CÓDIGO
	medidor	m ³	lit	FOTO	medidor	m ³	lit	FOTO	medidor	m ³	lit	FOTO	medidor	m ³	lit	FOTO	medidor	m ³	lit	FOTO	medidor	m ³	lit	FOTO	medidor	m ³	lit	FOTO

Fuente: "CIERAC"
Realizado por: Patricio Flores

La recolección de información con sus sustentos fotográficos fue realizada en un periodo de 7 días con la ayuda de un dispositivo electrónico (cámara filmadora), *Figura 10*, ya que es humanamente imposible registrar las lecturas del medidor sólo una persona durante el lapso de 24 horas, los mismos que fueron tabulados en la *Tabla 8* de la manera indicada anteriormente.

Figura 10: Cámara Filmadora



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

4.2.4. Medición de las presiones.

El aparato que se ocupó para la toma de presiones fue un Manómetro de 200 Psi compuesto por una manguera de presión de un metro, dos acoples para unir manguera-manómetro y manguera-grifo, se procede a la lectura de presiones de los 100 predios seleccionados.

Figura 11: Manómetro



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Se realizó la medición de presiones de los 100 predios seleccionados del sector.


La recolección de información fue realizada en un periodo de 7 días de la semana, cuyos datos fueron colocados en la *Tabla 9*.

La *Tabla 9*, está conformada por los valores promediales de la presión de los 100 medidores seleccionados del sector en Psi que es la unidad de medida de presión.

- **Lectura:** Valores medidos por 7 días.
- **Promedio presión Z:** Cálculo del promedio de la presión de 7 días por cada medidor y en la parte inferior calculamos por cada día de igual forma en Psi.

- **Ubicación Medidor:** Coordenadas UTM (X, Y) de la ubicación de cada medidor tomada en el sistema WGS_1984_UTM_Zona_17S.

Tabla 9: Tabla Promedial de la Presión

										
SECTOR DE ESTUDIO:		PISHILATA III			PARROQUIA:					
REALIZADO POR:										
VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR DE PISHILATA III										
VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN								PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
N° DE MEDIDOR	LECTURA (PSI)								ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			

Fuente: "CIERAC"
Realizado por: Patricio Flores

4.3. Análisis de resultados.

Una vez realizada la encuesta a los usuarios del sector en estudio, se procedió a tabular la información recolectada, a realizar los gráficos los cuales nos permiten analizar e interpretar variables tales como número de usuarios por vivienda, número de unidades sanitarias por vivienda, identificación de problemas en el uso del agua, dotación y presión del agua, procesamiento y análisis de información de caudales, semana típica de consumo promedio, curva de consumo per cápita promedio, curva de consumo horario semanal, patrones de consumo y la curva de persistencia de consumo.

4.3.1. Resultados de la Encuestas.

4.3.1.1. Tipología de vivienda del sector

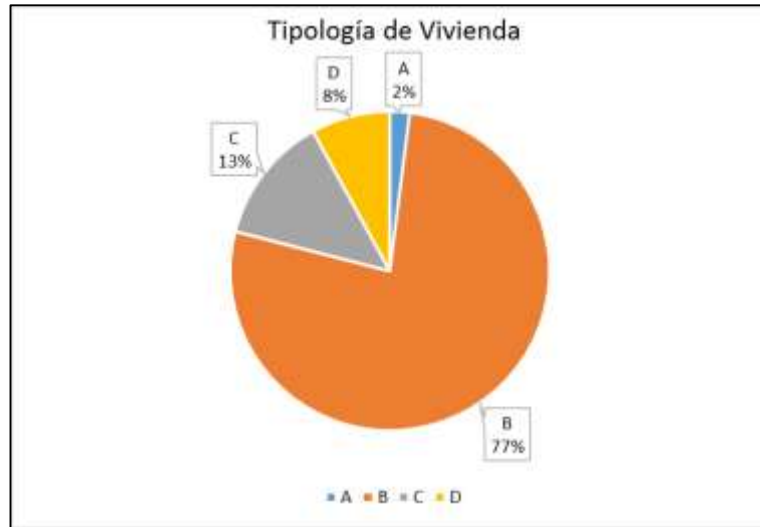
Mediante la realización de una encuesta, propuesta en la *Tabla 6* existen diferentes tipologías de viviendas con respecto al nivel socio-económico de los habitantes; las cuales han sido determinadas mediante letras: A (), B (), C (), D ()

Tabla 10: Tabla de Tipología de Vivienda

TIPOLOGIA DE VIVIENDA	
A	2.00%
B	77.00%
C	13.00%
D	8.00%

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Figura 12: Tipología de Vivienda



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Como se pudo evidenciar en la *Tabla 10* y *Figura. 12* de acuerdo con la tipología de vivienda, el mayor número de encuestas realizadas corresponden al tipo B con un 77%, el 23 % restante está distribuido entre la tipología A, C y D. Lo cual denota que las viviendas han variado de forma y tamaño dependiendo de la condición socio-económica, cultural y del clima por eso sobre sale una vivienda típica en el sector.

4.3.1.2. Tipo de vivienda del sector.

Este dato se pudo obtener mediante la realización de una encuesta *Tabla 6*, en la cual obtenemos información del sector de Pishilata III de acuerdo con el número de muestras determinadas se procedió a clasificar a las viviendas del sector en: Residencia Unifamiliar Residencia Bifamiliar, Comerciales, Industria, Educativa, Municipal, Gubernamental, Recreacional, Edificio Vivienda y Edificio de Oficina. Se ha encontrado varios tipos de viviendas en el sector Pishilata III:

Tabla 11. Tabla de Tipos de Vivienda

TIPOS DE VIVIENDA	
Residencia Unifamiliar	94.00%
Residencia Bifamiliar	3.00%
Comercio	2.00%
Industria	1.00%

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Figura 13: Tipo de Vivienda



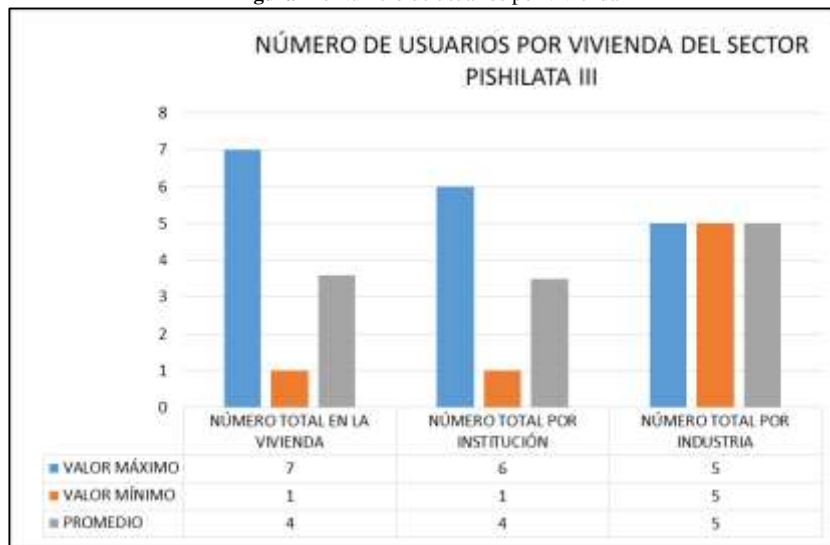
Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Como se pudo observar en la *Tabla 11* y *Figura. 13* de acuerdo con el tipo de vivienda el mayor número de encuestas realizadas corresponden a un tipo de residencia unifamiliar con un 94% y el 6% sobrante está distribuido con residencia bifamiliar, comercio e industria, lo que da como interpretación que el comportamiento típico de consumo se ve reflejado en la residencia unifamiliar característico y propio del sector.

4.3.1.3. Número de usuarios por vivienda.

El número de usuarios por vivienda es uno de los factores más importantes para el desarrollo del presente proyecto, debido a que de esto depende la demanda de agua potable en el sector; de acuerdo con la encuesta realizada, *Figura 14*, se obtuvo en viviendas tipo casas un número máximo de 7 usuarios, un mínimo de 1 usuario y un promedio de 4 usuarios; y en el tipo por institución se obtuvo un número máximo de 6 usuarios, un mínimo de 1 usuario y un promedio de 4 usuarios; en industrias se obtuvo un número máximo de 5 usuarios, un mínimo de 5 usuario y un promedio de 5 usuarios por lo que podríamos asumir que en este sector de estudio un número de 6 a 7 usuarios por casa, en instituciones un numero de 4 a 5 usuarios y en industrias un promedio de 5 usuarios del agua potable.

Figura 14: Número de usuarios por vivienda



Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores

4.3.1.4. Número de unidades sanitarias por vivienda.

El número de unidades sanitarias por vivienda es un factor primordial utilizado en el presente proyecto; debido a que con esos datos podremos conseguir previamente un valor promedio del total de unidades sanitarias instaladas en las viviendas del sector de estudio, para después de igual manera conseguir un valor promedio con respecto al tipo de unidad sanitaria, y con ello se podrá obtener una caracterización típica de una vivienda con respecto al tipo y número de unidad sanitaria instalada.

En el sector, *Figura 15*, de estudio se determinó en viviendas tipo casa un número máximo de 24, un mínimo de 3 y un promedio de 11,41 unidades sanitarias; para viviendas tipo institución un número máximo de 24, un mínimo de 11, y un promedio de 12 unidades sanitarias; para viviendas tipo Industria un número máximo de 13, un mínimo de 13, y un promedio de 13 unidades sanitarias.

Figura 15: Unidades Sanitarias



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Una vez analizado el número de unidades sanitarias del sector se determinó que la mayor parte de unidades se encuentran en viviendas tipo casa los cuales constan con un promedio entre 11 y 12 unidades sanitarias. De igual manera para el sector en estudio, se determinó un valor promedio de los diferentes tipos de unidades sanitarias del total de la muestra, como se muestra a continuación:

Figura 16: Unidades Sanitarias



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Tabla 12: Unidades sanitarias

Unidades Sanitarias	Valor Promedio			Valor asumidos		
	Casa	Institución	Industria	Casa	Institución	Industria
<i>Inodoro</i>	2,07	2,50	2,00	2,00	3,00	2,00
<i>Lavamanos</i>	1,98	2,50	2,00	2,00	3,00	2,00
<i>Ducha</i>	1,58	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<i>Grifo</i>	3,96	3,5	4,00	4,00	4,00	4,00
<i>Lavaplatos</i>	1,18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Lavadora</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Tanque de Lavado</i>	1,04	1,50	1,00	1,00	2,00	1,00
<i>Hidromasaje</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
TOTAL				14,00	16,00	13,00

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Al analizar la *Tabla 12* presentada de los valores promedios para los diferentes tipos de unidades sanitarias podemos asumir que una vivienda tipo casa en el sector Pishilata III está conformada típicamente por 2 inodoros, 2 lavamanos, 2 duchas, 4 grifos, 1 lavaplatos, 1 lavadora, 1 tanque de lavado y 1 hidromasaje con un total de 14 unidades sanitarias por casa, estos valores dependen especialmente del número de usuarios y de la tipología de la casa.

De igual manera se puede asumir que una vivienda tipo institución de la muestra escogida está conformada típicamente por 3 inodoros, 3 lavamanos, 2 duchas, 4 grifo, 1 lavaplatos, 1 lavadoras y 2 tanque de lavado con un total de 16 unidades sanitarias por institución, estos valores dependen especialmente del número de usuarios y de la tipología de vivienda.

Por último, se puede asumir que un casa tipo industria de la muestra escogida está conformada por 2 inodoros, 2 lavamanos, 2 ducha, 4 grifos, 1 lavaplatos, 1 lavadora y 1 tanque de lavado con un total de 13 unidades sanitarias por industria, estos valores dependen especialmente del número de usuarios que existen en la industria.

4.3.1.5. Identificación de problemas.

En el sector de Pishilata III para identificar los problemas del uso del agua potable, se ha tomado en cuenta varios factores importantes al momento de abastecer agua a la vivienda los cuales son: fugas visibles, perdidas visibles (jardineras), uso inadecuado

(riego agrícola); en el cual se ha determinado que un 86% de la muestra del sector no presentan fugas visibles, el 93% de la muestra expresa que no existen pérdidas visibles y el 98% de la muestra no presenta un uso adecuado del agua potable.

Figura 17: Identificación del problema

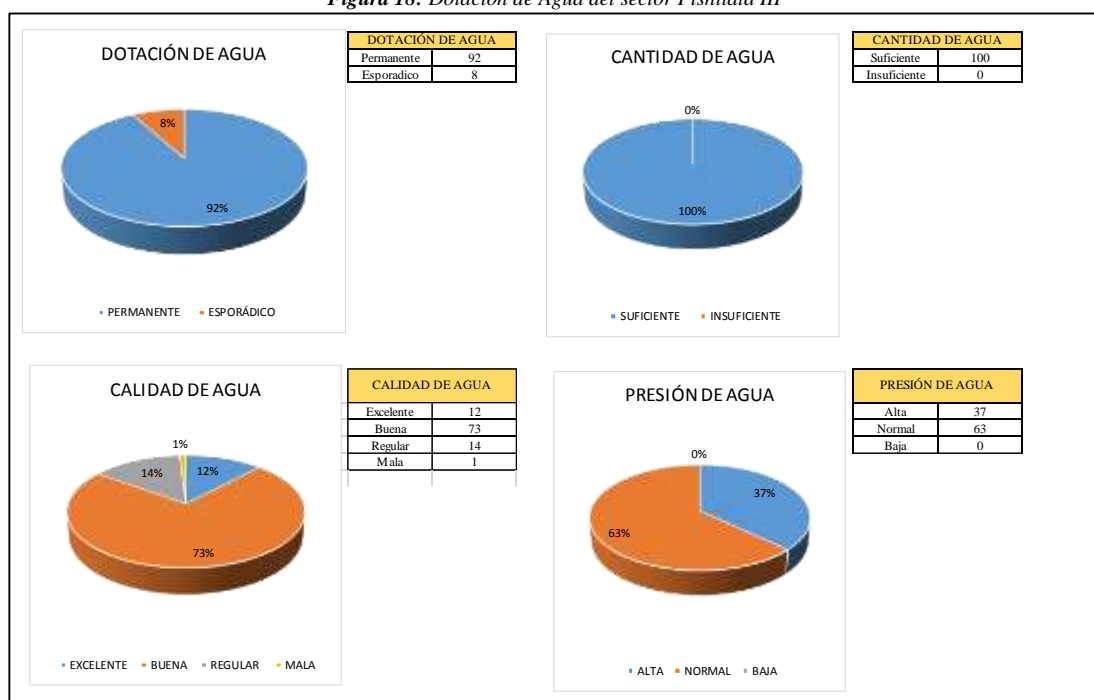


Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

4.3.1.6. Dotación y presión del agua en el sector.

En el sector Pishilata III se determinó que la dotación del agua, es permanente en un 92% de las encuestas analizadas y en un 8% la dotación es esporádica; cabe recalcar que, en base al diseño hidráulico de la red de agua potable del sector, se obtuvo un 6% de la muestra que la presión es alta la cual varía entre (90 – 120)psi, en un 69% se presenta que es normal con valores entre (60 – 90)psi; y apenas un 25% presenta una presión entre (30-60)psi; por lo que al analizar los valores correspondientes se determina que el abastecimiento del agua potable en el sector es bueno, el cual cumple con los estándares y normas de diseño para una buena distribución del líquido vital además mediante la encuesta realizada a los usuarios de la zona en estudio se puso en evidencia rotunda que la cantidad de agua que les suministran es suficiente para abastecer a sus hogares, la *Figura 18*, expresa que los habitantes del sector manifiestan que la calidad de agua es Buena en un 73%, el 14% opino que es excelente, el 12% dijo que el agua es regular y apenas un 2% catalogan que el agua es mala.

Figura 18: Dotación de Agua del sector Pishilata III



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

4.3.2. Análisis de la información de los volúmenes de agua potable.

4.3.2.1. Consumo diario (m³)

Para obtener el consumo diario por medidor se realizó la tabulación de los datos de volúmenes consumidos obtenidos durante un periodo de 60 días, en el cual se registró la diferencia de consumo de un día con respecto al siguiente día, mediante el análisis de la base de datos se obtuvo varios parámetros que se detallan a continuación:

- Valores promediales de consumo de agua potable del sector Pishilata III.
- Valores máximos y mínimos de los consumos de agua sector Pishilata III.
- Desviación estándar del consumo de agua potable del sector Pishilata III.
- Coeficiente de variación (Cv) del Sector Pishilata III.
- La Mediana del sector Pishilata III.

Una vez obtenido los valores serán utilizados, para determinar las curvas de proyección de consumos máximos para cada sector, mediante la utilización de los métodos de Gumbel y Person 3.

A continuación, se muestra la *Tabla 13*, de consumo de valores obtenidos de cada medidor, de la cual se obtuvo una gráfica representativa con el promedio de consumo de cada día.

Figura 19: Consumo Promedial por vivienda para el sector Pishilata III



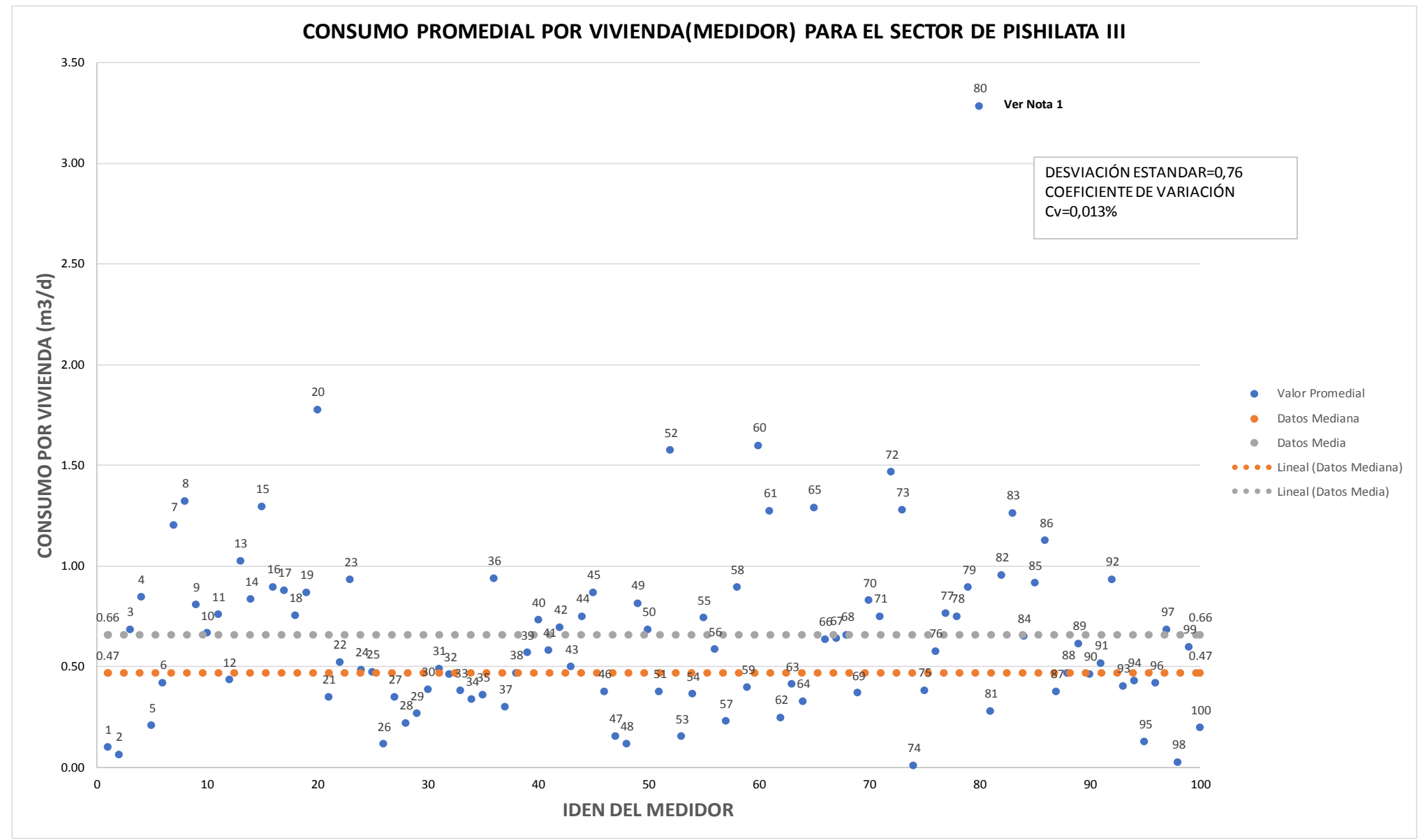
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO"

VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR (VIVIENDA) PARA EL SECTOR DE PISHILATA III

IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL m3/d	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL m3/d	IDEN MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL m3/d
1	0.10	36	0.938642	71	0.7499
2	0.065342	37	0.300822	72	1.46612
3	0.684492	38	0.469834	73	1.279
4	0.844995	39	0.568332	74	0.00859
5	0.207078	40	0.731954	75	0.38339
6	0.420517	41	0.580159	76	0.57695
7	1.204786	42	0.696522	77	0.76381
8	1.324512	43	0.499754	78	0.75094
9	0.807625	44	0.750698	79	0.89415
10	0.666583	45	0.869969	80	3.28569
11	0.759478	46	0.378215	81	0.28074
12	0.434075	47	0.156183	82	0.95615
13	1.026102	48	0.116512	83	1.26539
14	0.836054	49	0.816071	84	0.6524
15	1.293997	50	0.684741	85	0.91477
16	0.897375	51	0.375625	86	1.12667
17	0.879587	52	1.574454	87	0.37853
18	0.753878	53	0.153264	88	0.46961
19	0.869005	54	0.364458	89	0.61485
20	1.777358	55	0.742069	90	0.4633
21	0.348839	56	0.585597	91	0.51836
22	0.521278	57	0.227747	92	0.9335
23	0.931015	58	0.894088	93	0.40411
24	0.485517	59	0.398234	94	0.43289
25	0.473273	60	1.600339	95	0.12611
26	0.114108	61	1.275664	96	0.41926
27	0.351002	62	0.249212	97	0.68517
28	0.21949	63	0.413173	98	0.02581
29	0.267136	64	0.328042	99	0.59842
30	0.386017	65	1.292093	100	0.19723
31	0.490471	66	0.635539		
32	0.461344	67	0.639785		
33	0.381444	68	0.659737		
34	0.337951	69	0.368385		
35	0.360576	70	0.829		



Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores

NOTA 1: Este punto se encuentra fuera de rango porque se observa que el consumo promedial por vivienda es alto y la explicación radica en que el grifo de agua permanece abierto las 24 horas del día, cuando el agua rebosa el tanque de almacenamiento el líquido es ocupado para riego agrícola.

Interpretación:


Al analizar la *Figura. 19* presentada anteriormente del consumo promedial por vivienda (medidor) se puede decir, que el valor que representa el consumo diario por medidor del sector Pishilata III es de 0,47 m³/d, es el valor perteneciente a la mediana, debido a que este valor se ajusta a la realidad del consumo del sector, tomando en cuenta que el coeficiente de variación es muy alto dándonos un valor del 13% el cual no se puede tomar, por lo que el valor de la media es permisible hasta un 10% de variación. El factor más importante al momento de tener una dispersión de los valores promediales en el sector de estudio son, las condiciones socio-económicas de sus usuarios en el que se inmiscuye el área del terreno y construcción de sus viviendas, el número de consumidores y el número de aparatos sanitarios existentes en la misma; cabe resaltar que el sector Pishilata III es altamente agrícola por poseer grandes extensiones de terreno dedicadas al cultivo, y a su vez residencial por la existencia de casas propias de los agricultores.

4.3.2.2 Consumo Semanal (M3).

La semana típica de consumo se obtuvo, a partir de los datos de medición de volumen consumido por los usuarios residenciales, considerados en nuestra muestra para el estudio del consumo de agua potable por medidor del sector, en un período 60 días, con toda la información recolectada y validada se procedió a realizar un promedio para cada día de consumo; con el cual también se determinó el valor per cápita o también llamada dotación en base al número de consumidores por vivienda.

En el sector Pishilata III se evidenció que el día lunes y el domingo, es donde existe más consumo por parte de sus usuarios por ser un día altamente comercial, por la mayor estancia en sus hogares, hábitos de aseo personal y del hogar, arreglo de jardines y lavado de vehículos, a continuación se muestra la *Tabla 14* del valor per cápita del consumo de agua potable del número de consumidores por vivienda y también la *Figura 20* de variación del consumo per cápita promedio para el sector Pishilata III, dándonos a conocer el valor del consumo per cápita promedio de 176,84 L/hab/día y el valor de la mediana de 165 L/hab/día.

Tabla 14: Valor Per Cápita de Consumo y Valor Promedial.

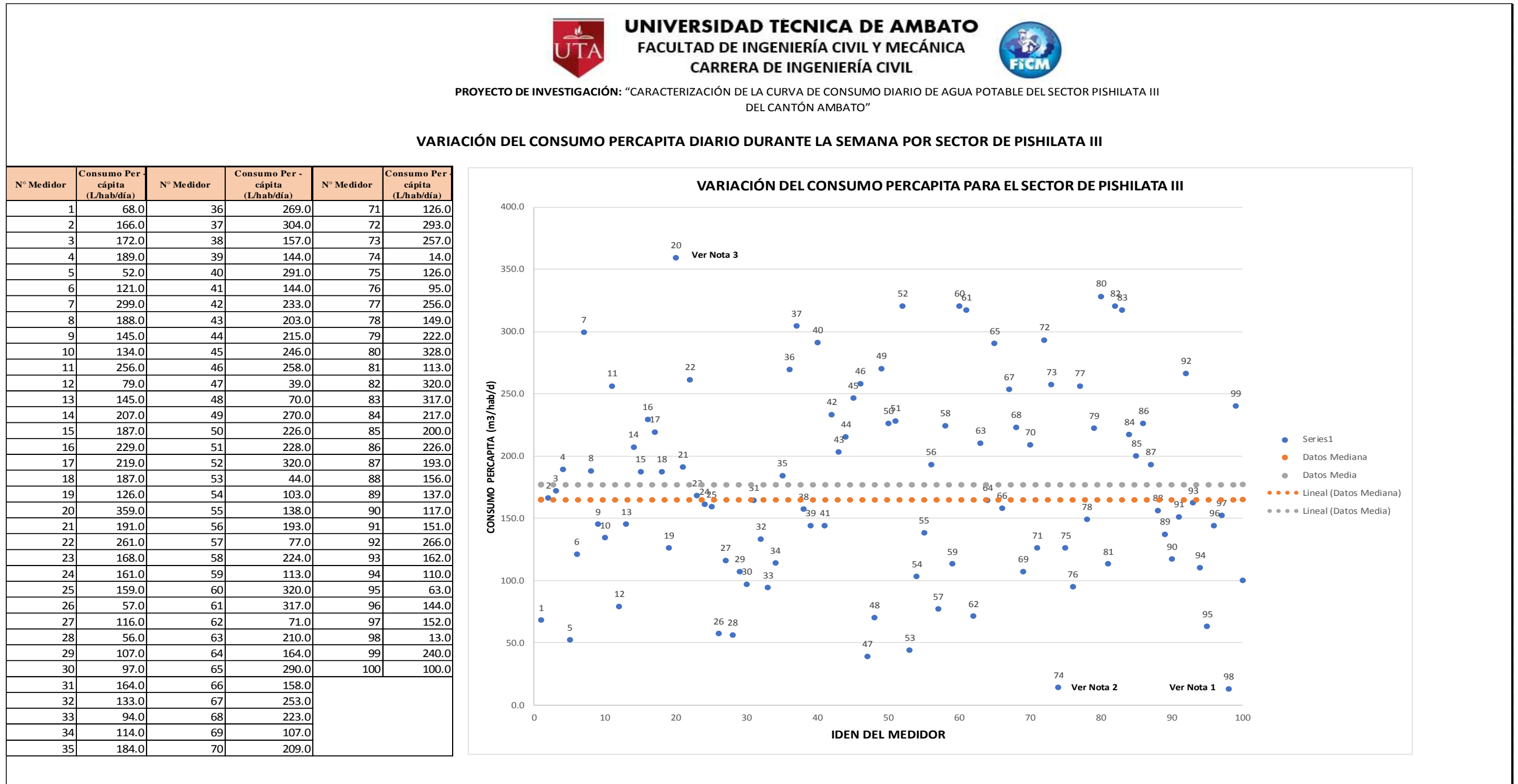
										
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO”										
VALOR PERCAPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DE PISHILATA III										
Nº Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un semana (m3)	Consumo Per-cápita (L/hab/día)
1	2	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.09	0.09	0.10	68.000
2	1	0.32	0.04	0.14	0.15	0.44	0.07	0.01	0.17	166.000
3	4	0.68	0.51	0.65	0.69	0.53	0.63	1.13	0.69	172.000
4	5	0.68	0.68	0.75	0.56	1.18	1.24	0.89	0.85	189.000
5	4	0.21	0.19	0.13	0.20	0.14	0.33	0.25	0.21	52.000
6	4	0.31	0.36	0.40	0.30	0.43	0.74	0.42	0.42	121.000
7	4	1.17	1.27	1.65	1.06	0.87	1.39	0.97	1.20	299.000
8	7	1.87	1.21	1.52	1.24	0.92	1.03	1.40	1.31	188.000
9	6	1.10	0.97	0.88	0.90	0.47	0.63	0.62	0.80	145.000
10	5	0.64	0.69	0.61	1.03	0.24	0.61	0.85	0.67	134.000
11	3	0.53	0.60	0.71	0.76	0.84	1.12	0.81	0.77	256.000
12	6	0.50	0.41	0.41	0.60	0.30	0.45	0.37	0.43	79.000
13	7	1.29	1.34	0.89	0.80	0.90	0.97	0.94	1.02	145.000
14	4	0.88	1.01	1.08	0.65	0.62	0.97	0.58	0.83	207.000
15	7	0.97	0.90	1.00	1.04	0.67	2.24	2.36	1.31	187.000
16	4	0.54	0.53	0.53	1.08	1.01	1.42	1.30	0.92	229.000
17	4	0.95	1.06	0.88	0.69	0.69	0.94	0.91	0.88	219.000
18	4	0.95	1.00	0.70	0.56	0.38	0.94	0.70	0.75	187.000
19	7	0.80	1.07	1.01	0.53	0.71	0.79	1.26	0.88	126.000
20	5	2.08	2.30	2.20	2.36	1.32	1.21	1.11	1.80	359.000
21	2	0.45	0.42	0.43	0.40	0.35	0.22	0.41	0.38	191.000
22	2	0.49	0.57	0.45	0.54	0.43	0.57	0.60	0.52	261.000
23	6	0.98	0.93	1.20	0.94	0.88	0.86	0.69	0.93	168.000
24	3	0.52	0.65	0.44	0.41	0.30	0.44	0.61	0.48	161.000
25	3	0.45	0.51	0.26	0.36	0.47	0.63	0.66	0.48	159.000
26	2	0.14	0.13	0.11	0.08	0.06	0.08	0.20	0.11	57.000
27	3	0.38	0.37	0.43	0.22	0.40	0.33	0.31	0.35	116.000
28	4	0.13	0.16	0.18	0.18	0.26	0.47	0.18	0.22	56.000
29	3	0.25	0.18	0.30	0.31	0.16	0.19	0.48	0.27	107.000
30	4	0.29	0.34	0.46	0.35	0.29	0.46	0.53	0.39	97.000
31	3	0.63	0.33	0.48	0.49	0.78	0.37	0.35	0.49	164.000
32	4	0.25	0.47	0.42	0.67	0.41	0.57	0.48	0.47	133.000
33	4	0.55	0.37	0.55	0.15	0.17	0.22	0.62	0.38	94.000
34	3	0.43	0.38	0.20	0.20	0.28	0.48	0.42	0.34	114.000
35	2	0.30	0.40	0.32	0.47	0.22	0.33	0.54	0.37	184.000
36	4	0.79	0.88	0.95	0.91	1.07	1.06	0.93	0.94	269.000
37	1	0.30	0.44	0.24	0.31	0.26	0.19	0.37	0.30	304.000
38	3	0.58	0.75	0.40	0.39	0.40	0.45	0.33	0.47	157.000
39	4	0.71	0.62	0.75	0.63	0.34	0.53	0.43	0.57	144.000
40	3	1.20	0.77	0.54	0.71	0.49	0.52	0.86	0.73	291.000
41	4	0.63	0.58	0.73	0.73	0.51	0.50	0.35	0.58	144.000
42	3	0.78	0.56	0.63	0.58	0.46	1.00	0.87	0.70	233.000
43	3	0.36	0.35	0.42	0.27	1.47	0.27	0.40	0.51	203.000
44	4	0.79	0.68	0.60	0.67	0.63	0.91	1.02	0.75	215.000
45	4	1.13	0.87	1.05	0.71	0.59	1.24	0.44	0.86	246.000

N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un semana (m ³)	Consumo Per - cápita (L/hab/día)		
46	2	0.18	0.42	0.30	0.31	0.26	0.64	0.60	0.39	258.000		
47	4	0.16	0.15	0.16	0.18	0.25	0.09	0.11	0.16	39.000		
48	2	0.34	0.07	0.07	0.06	0.07	0.21	0.16	0.14	70.000		
49	3	0.65	0.65	1.49	0.50	0.76	0.90	0.71	0.81	270.000		
50	3	0.92	0.82	0.71	0.64	0.36	0.63	0.67	0.68	226.000		
51	2	0.30	0.41	0.48	0.25	0.56	0.65	0.54	0.46	228.000		
52	5	1.76	1.58	1.36	1.49	1.41	1.77	1.83	1.60	320.000		
53	4	0.13	0.16	0.16	0.22	0.08	0.22	0.10	0.15	44.000		
54	4	0.51	0.52	0.44	0.26	0.34	0.21	0.26	0.36	103.000		
55	6	0.55	0.75	0.54	1.13	0.76	0.52	1.06	0.76	138.000		
56	3	0.82	0.66	0.67	0.39	0.57	0.43	0.50	0.58	193.000		
57	3	0.15	0.11	0.28	0.11	0.17	0.40	0.39	0.23	77.000		
58	4	0.93	0.77	0.87	0.87	0.81	1.20	0.84	0.90	224.000		
59	4	0.39	0.44	0.44	0.42	0.34	0.29	0.46	0.40	113.000		
60	5	1.55	1.78	1.58	1.91	1.56	1.43	1.38	1.60	320.000		
61	4	1.15	1.80	1.27	1.22	1.00	0.92	1.51	1.27	317.000		
62	4	0.39	0.25	0.25	0.23	0.13	0.21	0.28	0.25	71.000		
63	2	0.32	0.20	0.34	0.26	0.34	0.63	0.85	0.42	210.000		
64	2	0.41	0.33	0.25	0.33	0.18	0.35	0.45	0.33	164.000		
65	5	1.30	0.89	0.91	1.13	1.42	1.69	1.80	1.31	290.000		
66	4	0.77	0.55	0.85	0.63	0.33	0.56	0.71	0.63	158.000		
67	3	0.77	0.75	0.77	0.77	0.36	0.48	0.54	0.63	253.000		
68	3	0.66	0.36	0.42	0.25	0.80	1.24	0.95	0.67	223.000		
69	4	0.23	0.24	0.24	0.17	0.26	0.39	1.09	0.38	107.000		
70	4	0.73	0.84	0.59	0.74	0.80	0.89	1.27	0.83	209.000		
71	6	0.44	0.92	0.62	0.96	0.54	0.67	1.13	0.75	126.000		
72	5	1.65	1.37	1.55	1.42	0.97	1.08	2.20	1.46	293.000		
73	5	1.44	1.07	0.96	1.08	1.28	2.00	1.16	1.29	257.000		
74	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	14.000		
75	3	0.40	0.49	0.49	0.46	0.28	0.22	0.32	0.38	126.000		
76	6	0.66	0.83	0.77	0.58	0.50	0.26	0.37	0.57	95.000		
77	3	0.79	0.63	0.68	0.82	0.83	0.65	0.97	0.77	256.000		
78	5	1.09	0.63	0.80	0.64	0.68	0.83	0.55	0.75	149.000		
79	4	1.02	0.95	1.04	1.11	0.67	0.65	0.77	0.89	222.000		
80	10	4.70	2.44	2.89	3.25	3.02	4.31	2.37	3.28	328.000		
81	3	0.27	0.16	0.31	0.28	0.25	0.37	0.34	0.28	113.000		
82	3	0.95	0.91	0.87	0.56	1.44	1.21	0.76	0.96	320.000		
83	4	1.41	1.17	1.15	1.25	0.86	1.48	1.55	1.27	317.000		
84	3	0.59	0.68	0.75	0.63	0.49	0.54	0.87	0.65	217.000		
85	5	0.90	1.02	1.77	0.69	0.37	0.74	0.80	0.90	200.000		
86	5	1.33	0.95	0.81	1.55	1.11	1.18	0.99	1.13	226.000		
87	2	0.20	0.20	0.34	0.28	0.43	0.67	0.58	0.39	193.000		
88	3	0.62	0.40	0.45	0.34	0.42	0.47	0.58	0.47	156.000		
89	5	0.91	0.58	0.32	0.56	0.73	0.38	0.82	0.62	137.000		
90	4	0.40	0.43	0.33	0.39	0.42	0.52	0.79	0.47	117.000		
91	4	0.23	0.26	0.58	0.93	0.96	0.43	0.29	0.53	151.000		
92	4	1.03	0.88	1.00	0.75	1.20	0.89	0.77	0.93	266.000		
93	3	0.47	0.41	0.28	0.43	0.28	0.52	0.44	0.41	162.000		
94	4	0.35	0.28	0.28	0.34	0.31	0.98	0.53	0.44	110.000		
95	2	0.11	0.12	0.29	0.03	0.21	0.09	0.04	0.13	63.000		
96	3	0.22	0.19	0.15	0.40	0.47	0.76	0.83	0.43	144.000		
97	5	0.58	0.84	0.75	0.60	0.80	0.80	0.42	0.68	152.000		
98	2	0.01	0.05	0.10	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	13.000		
99	3	0.72	0.41	0.59	1.16	0.55	0.38	0.39	0.60	240.000		
100	2	0.12	0.16	0.16	0.12	0.16	0.32	0.35	0.20	100.000		
	3.65	PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA							VALOR PROMEDIAL POR SECTOR=		0.66 m ³ /d	176.84 L/hab/d
CONSUMO PROMEDIO POR DIA		0.70 m ³ /sg	0.64 m ³ /sg	0.65 m ³ /sg	0.63 m ³ /sg	0.59 m ³ /sg	0.71 m ³ /sg	0.71 m ³ /sg	VALOR DE LA MEDIANA	165.00 L/hab/d		

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

4.3.2.3 Consumo per cápita (L/hab/día)

Figura 20: Consumo Per Cápita



Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores

NOTA 1: Tomando en cuenta que el valor mínimo de consumo per cápita es de 13 L/hab/día, el cual es un valor poco representativo ya que el consumo es inferior a los normales, esta residencia (vivienda 98) estaba habitada por 2 personas que por su actividad de trabajo solo llegaban a su hogar a dormir, por lo que este valor no será tomado en cuenta.

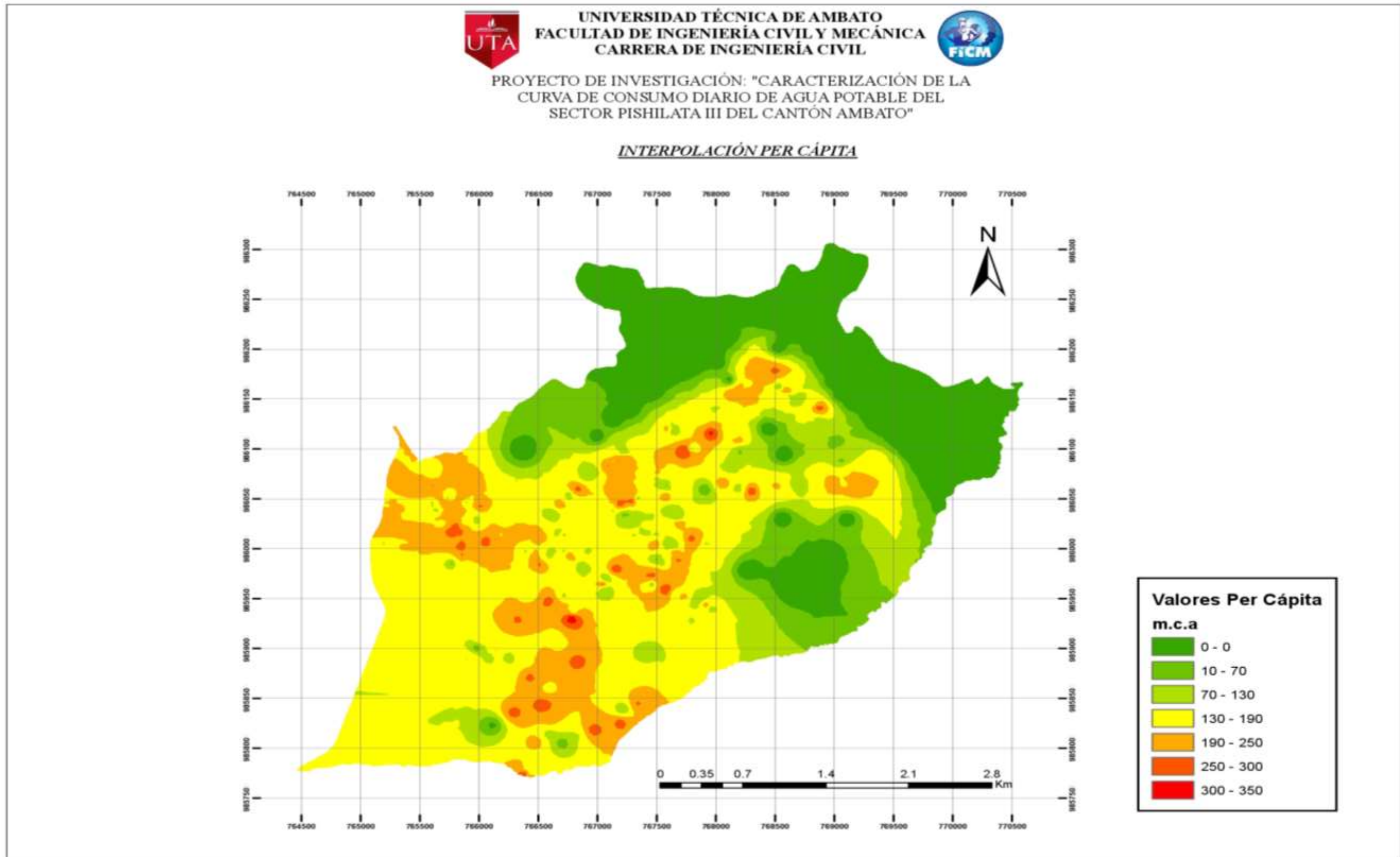
NOTA 2: A su vez otro valor poco representativo es la vivienda 74 tiene 14 L/hab/día donde solo está habitado por una persona, la cual por motivos laborales solo pasa horas en la vivienda.

NOTA 3: El valor máximo de 359 L/hab/día; siendo la vivienda 20 habitada por 5 personas y con la peculiaridad que realizan actividad comercial en la vivienda, es un restaurante durante el día

Interpretación

Al analizar la *Figura. 20* de la variación del consumo per cápita se puede determinar que el valor que representa al sector Pishilata III, es de 165 L/hab/día valor perteneciente a la mediana, debido a que este valor se ajusta a la realidad de consumo por habitante del sector, también se debe considerar los estudios realizados por la empresa prestadora del servicio de agua potable “EP-EMAPA” según el diario la hora llega a un valor de consumo diario por persona de 0,26 m³/hab/día, lo que demuestra que este valor no es característico para nuestro sector de estudio por lo que sea un sector urbano o rural tendrá su propio comportamiento que dependerá de los hábitos de consumo de los habitantes de cada sector.

Figura 21: Interpolación Per Cápita



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Interpretación:

Como se puede observar en la figura 21 (gráfico de interpolación Per Cápita), es un proceso de manipulación de información, para obtener nueva información a partir de datos reales obtenidos en campo, usualmente se analiza mediante un SIG, el cual proporciona herramientas de análisis para calcular estadísticas de las entidades y realizar actividades de geoprocésamiento como es la interpolación de datos.

La interpolación es el proceso de utilizar puntos de valores conocidos (Per cápita), para realizar una estimación de valores desconocidos en otros puntos. Existen muchos métodos de interpolación, el método que se empleará es llamado Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés), en este método los puntos de muestreo se ponderan durante la interpolación, de tal manera que la influencia de un punto en relación con otros, disminuye con la distancia desde el punto desconocido.

Tabla 15: Valor Porcentual de la Interpolación Per Cápita

PER CÁPITA	
0-0	15%
10-70	8%
70-130	16%
130-190	22%
190-250	19%
250-300	13%
300-350	8%

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

En nuestro caso se realizará la interpolación per cápita de la parroquia Pishilata mediante los datos obtenidos de las 3 zonas de estudio debido al alto costo y a los recursos limitados, la recolección de los datos usualmente es llevada a cabo solo en un número limitado de puntos los cuales deben ser dispersos para tener un mejor producto, visualmente los valores de per cápita que predominan son entre (130-190) L/hab/día, el color amarillo prevalece, y entre (190-250) L/hab/día se lo observa un poco menos que la interpolación de color amarillo, finalmente de (10-70) L/hab/día, se observa muy poco ya que son valores altos para un simple hogar, con lo cual cumplimos la *Tabla 2* que corresponde a la dotaciones para edificaciones de uso específico.


4.3.2.4 Consumos Horarios.

La información requerida para graficar la curva de consumo horario semanal son los volúmenes consumidos durante una semana las 24 horas al día, para lo cual utilizamos un equipo tecnológico por lo que es humanamente imposible registrar las lecturas del medidor solo una persona, el equipo utilizado fue un mini dispositivo (cámara de video) que fue colocado en el medidor de agua potable durante los 7 días de registro.

Para la realización de lo antes mencionado, se seleccionó un predio que cumpla con algunos parámetros característicos del sector de estudio tales como la tipología y el tipo de vivienda; por lo tanto el predio escogido fue el medidor número 100 con una tipología de vivienda tipo B y de residencia unifamiliar.

A continuación se muestra el registro de consumo de agua potable y las curvas de variación del consumo por hora y por día del sector de estudio, en intervalos de tiempo de 1, 2,3 y 4 horas, pero para la gráfica general se lo realiza en intervalos de tiempo de 3 horas para reflejar una mejor visualización de consumo del sector en estudio.

Tabla 16: Consumo Horario del sector Pishilata III

										
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO”										
CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR DE PISHILATA III										
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: (14-21 JULIO)							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO	
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO			
	lt	lt	lt	lt	lt	lt	lt			
17-18	102.9	85.8	0	0	0.1	0	5.7	27.8	247.4%	
18-19	1.1	0	0	0	0	11.1	0	1.7	15.5%	
19-20	0.6	14.5	15.4	55	0.4	0.3	1.9	12.6	112.1%	
20-21	2.4	14.4	9.2	196.9	9.1	3	0.1	33.6	299.1%	
21-22	1.5	2	11.8	0	11.2	0	21.9	6.9	61.6%	
22-23	0	0	0	17.1	0.4	0	0	2.5	22.3%	
23-0	6.5	0	0	2	0	2.6	0	1.6	14.1%	
0-1	1.1	0	0	2.8	1.8	0	0	0.8	7.3%	
1-2	0	0	0	6.3	0	0	0	0.9	8.0%	
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0%	
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0%	
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0%	
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0%	
6-7	0	111.3	9.6	19.3	11.5	0	8	22.8	203.2%	
7-8	0.2	95.7	6	0	9.2	3.9	0	16.4	146.3%	
8-9	0	5.3	2.5	0	0	76.5	5.4	12.8	114.1%	
9-10	6.7	0.3	0	0	0.5	0	30.9	5.5	48.8%	
10-11	65	0	0.2	0	0	0	73.4	19.8	176.3%	
11-12	40.1	2.5	1.3	4.4	0	0	81.1	18.5	164.6%	
12-13	0	0	3.7	0	0	0	0.2	0.6	5.0%	
13-14	0	0	8.7	0	0	0	0	1.2	11.1%	
14-15	95.7	1.2	6.6	0.2	0	0	12.6	16.6	147.9%	
15-16	115.6	0.7	0	0.5	122.2	0.2	0	34.2	304.3%	
16-17	209.9	0	11	0	1.7	6.2	0	32.7	291.1%	
VALORES:	TOTAL	649.3	333.7	86	304.5	168.1	103.8	241.2	PROMEDIO MATRIZ	11.23
	Promedio	51.94	13.90	3.58	12.69	7.00	4.33	10.05		
	Maximo	209.9	111.3	15.4	196.9	122.2	76.5	81.1		
	Minimo	0.20	0.30	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10		

Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores

Figura 22: Variación del consumo por cada 3 Horas

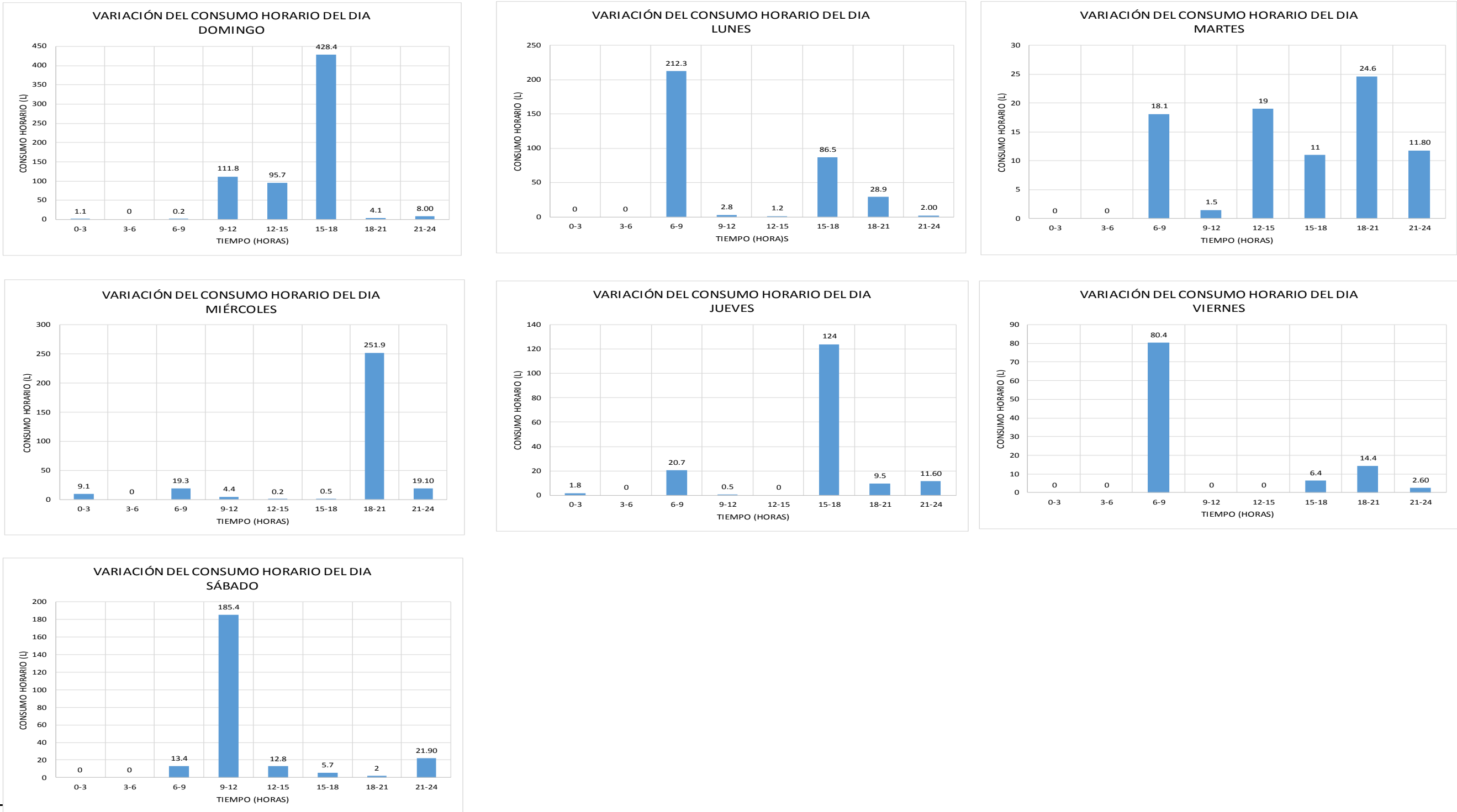


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO"

VARIACIÓN DEL CONSUMO POR CADA 3 HORAS Y POR DÍA EN EL SECTOR DE PISHILATA III



Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores

Interpretación

En la *Figura 22* presentada sobre la variación del consumo horario, indica que el *día Domingo* son las horas pico, en donde existe más demanda del recurso hídrico por parte de los consumidores correspondientes al medidor seleccionado.

En la gráfica de consumo horario se puede observar que el *día Domingo* existe el pico máximo con un valor de 428,4 L en el lapso de la tarde entre las 15 y 18 horas y entre las 6 y 9 horas se registra consumo del líquido vital mínimo de 0,20 L, el *día Lunes* expresa su valor máximo en el horario de 6 a 9 horas con un valor pico de 212,3 L y su valor imperceptible es de 1,20 L entre las 12-15 horas, el *día Martes* al igual que el *día Miércoles* expresa su valor máximo entre las 18 y 21 horas con valores de 24,6 y 251,9 L respectivamente, a su vez para el *día Martes* el valor mínimo está entre las 9-12 horas con 1,50 L y el *día Miércoles* su valor mínimo está entre las 12-15 horas con un valor de 0,20 L, para el *día Jueves* el valor más elevado da en el rango de 15 a 18 horas con un valor de 124 L, su valor mínimo de este día está en los 0,50 L entre las 9-12 horas, el *día Viernes* vuelve a reflejar que el valor máximo nos da en el rango de 6 a 9 horas con un valor de 80,4 L y su valor mínimo 15-18 horas con 6,40 L y finalmente el *día Sábado* nos refleja un valor máximo en el horario de 9 a 12 horas totalmente diferente a los horarios esperados de entre semana con un valor de 185,4 L y un mínimo de 2,00 L entre las 18-21 horas.

Tabla 17: Tabla de Resumen de la Variación de Consumo Horario

DÍA	VALOR MAX (L)	INTERVALO DE TIEMPO	VALOR MIN (L)	INTERVALO DE TIEMPO
Domingo	428,40	15-18	0,20	6-9
Lunes	212,30	6-9	1,20	12-15
Martes	24,60	18-21	1,50	9-12
Miércoles	251,9	18-21	0,20	12-15
Jueves	124,00	15-18	0,50	9-12
Viernes	80,40	6-9	6,40	15-18
Sábado	185,40	9-12	2,00	18-21

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

En la *Tabla 17* se puede evidenciar que de lunes a viernes las horas de consumo predominan en el horario de la tarde a excepción del lunes y viernes y el fin de semana

los valores son diferentes debido a las costumbres y tradiciones de la parroquia.

4.3.2.5 Extrapolación de consumos medios diarios.

El sector en estudio, es la parroquia urbana Pishilata, la base de datos utilizada para el desarrollo de la curva de persistencia de consumo de agua potable, fueron los datos promediales por día obtenidos en el levantamiento de información que se realizó durante un periodo de 60 días.

Para realizar una proyección de las demandas de agua potable que tendrá cada medidor, se hizo uso de dos métodos probabilísticos, los cuales son Gumbel y Pearson 3, el primero hace referencia a un instrumento estadístico que permite la representación de valores máximos y mínimos, el segundo es un instrumento estadístico que calcula las frecuencias de los caudales máximos o promedios en este caso, con ayuda de estas herramientas podemos predecir de manera probabilística consumos futuros en el sector analizado.

El número de predios seleccionados para el levantamiento de información fueron 100, de los cuales se obtuvo consumos promedios por día en m³.

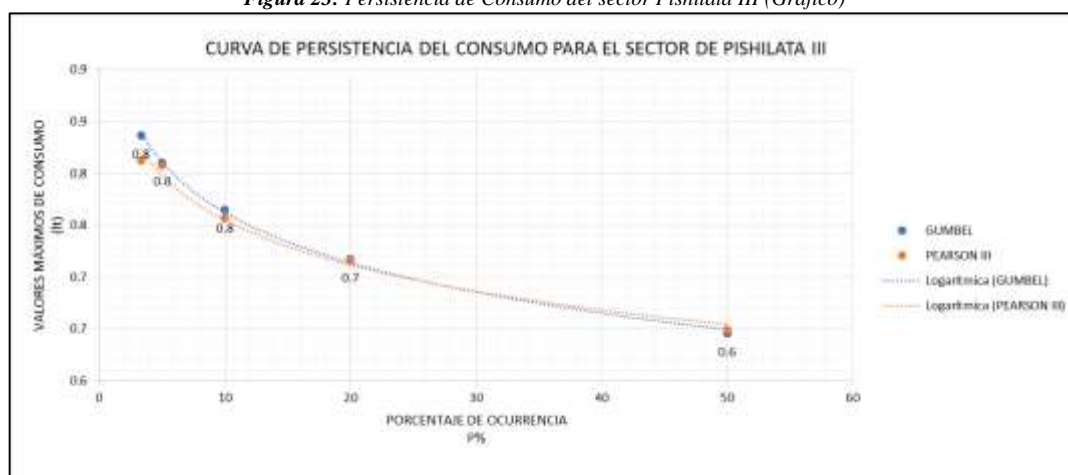
Los periodos de retorno utilizados en el cálculo de los dos métodos Gumbel y Pearson 3, son 2, 5, 10, 20 y 30 años, en la representación gráfica de los resultados obtenidos, se ve claramente que las dos herramientas estadísticas, utilizadas llevan una misma tendencia, siendo el método de Pearson 3 el más ocupado en Ingeniería, en la *Tabla 17* se puede observar los consumos futuros:

Tabla 18: Persistencia de Consumo del sector Pishilata III

METODO GUMBEL		CONSUMO FUTURO		METODO PEARSON III			VALOR PROMEDIO m3/d	CONSUMO PERCAPITA m3/sg
PERIODO RETORNO	P %	Yp%	L/d	PERIODO RETORNO	P %	ϕ		
2	50.000	0.366761694	0.6	2	50.000	-0.11580	0.6	0.1
5	20.000	1.500392995	0.7	5	20.000	0.79000	0.7	0.1
10	10.000	2.250955556	0.8	10	10.000	1.33290	0.8	0.2
20	5.000	2.970913185	0.8	20	5.000	2.02580	0.8	0.2
30	3.333	3.385087047	0.8	30	3.333	2.08500	0.8	0.2

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Figura 23: Persistencia de Consumo del sector Pishilata III (Gráfico)



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

4.3.2.6 Patrones de consumo horario y diario.

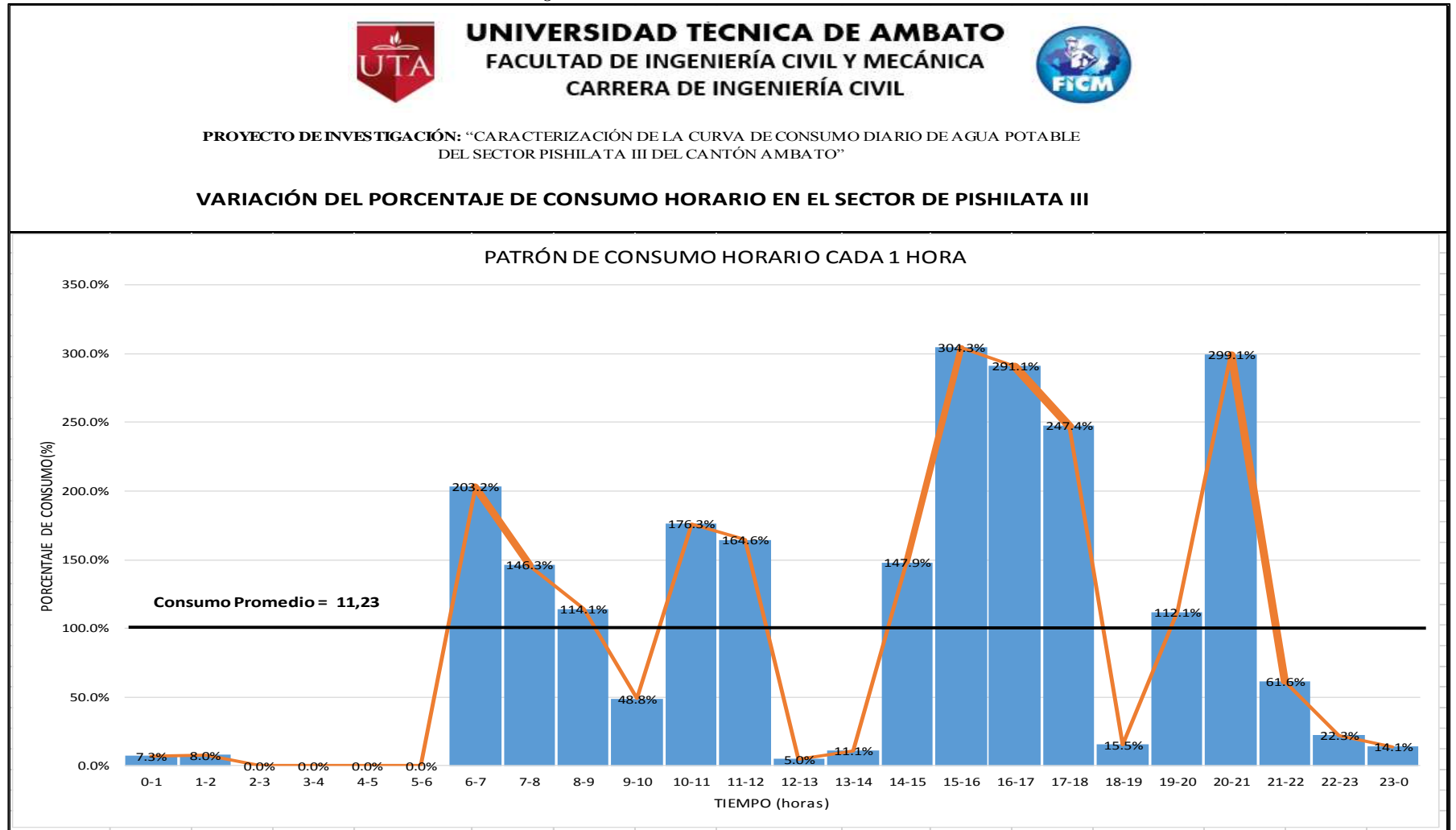
Para la determinación de los patrones de consumo tanto horario como diario, se utilizó los datos de consumo registrados de la semana típica de consumo (diario) y el de consumo horario semanal (horario), los cuales nos ayudarán a interpretar que días y horas tienen mayor consumo de agua potable característico del sector Pishilata III.

Para determinar los patrones de consumo horario se utilizó los datos de consumo registrados las 24 horas durante 7 días, la gráfica representa el porcentaje de consumo en función de un intervalo de tiempo que para nuestro caso será de 1, 2, 3 y 4 horas, el porcentaje de consumo se obtuvo de la relación entre el promedio de consumo por cada hora de cada día dividido, para promedio de consumo total de los 7 días.

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

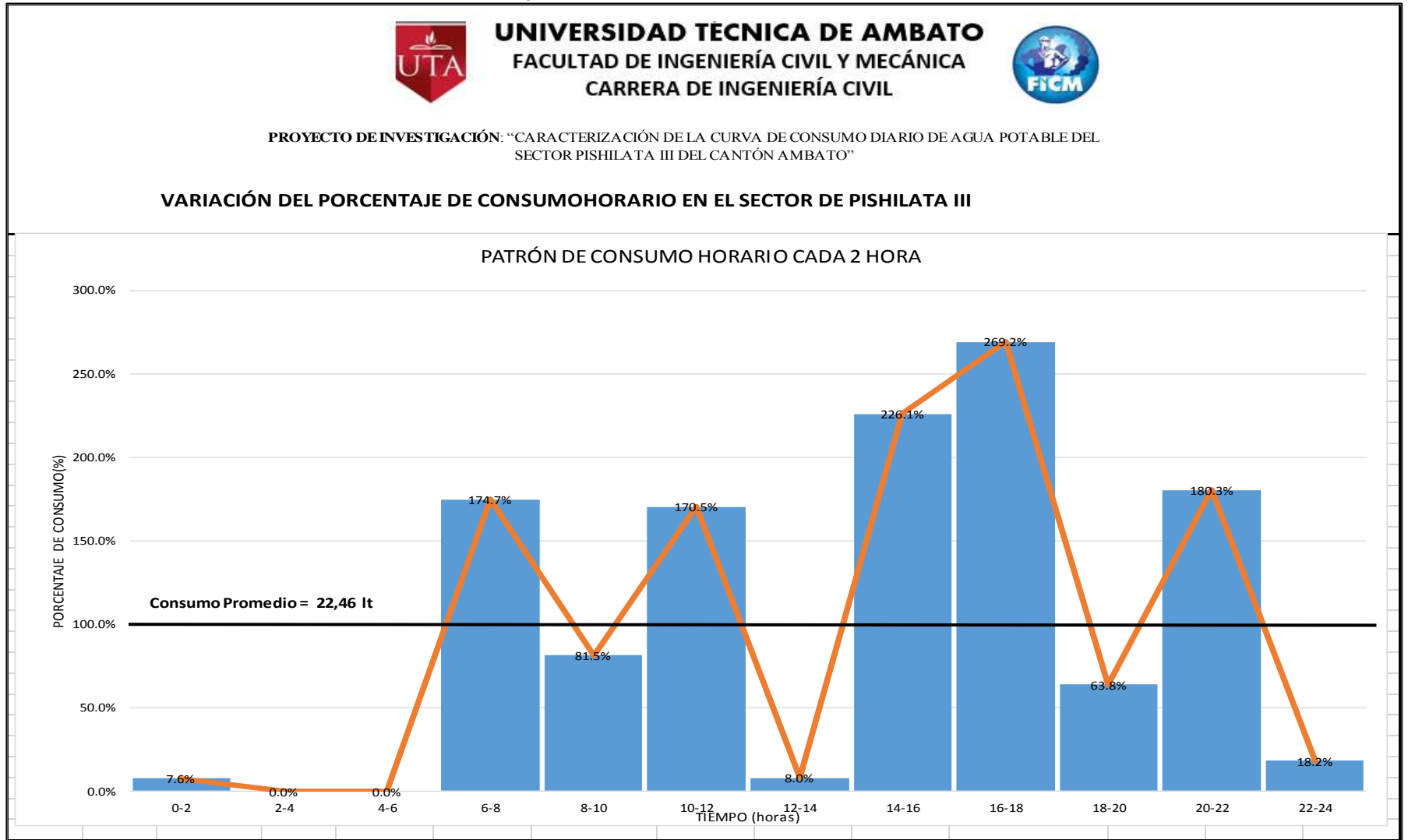
4.3.2.6.1 Patrones de consumo horario.

Figura 24: Patrón de Consumo Horario cada 1 hora



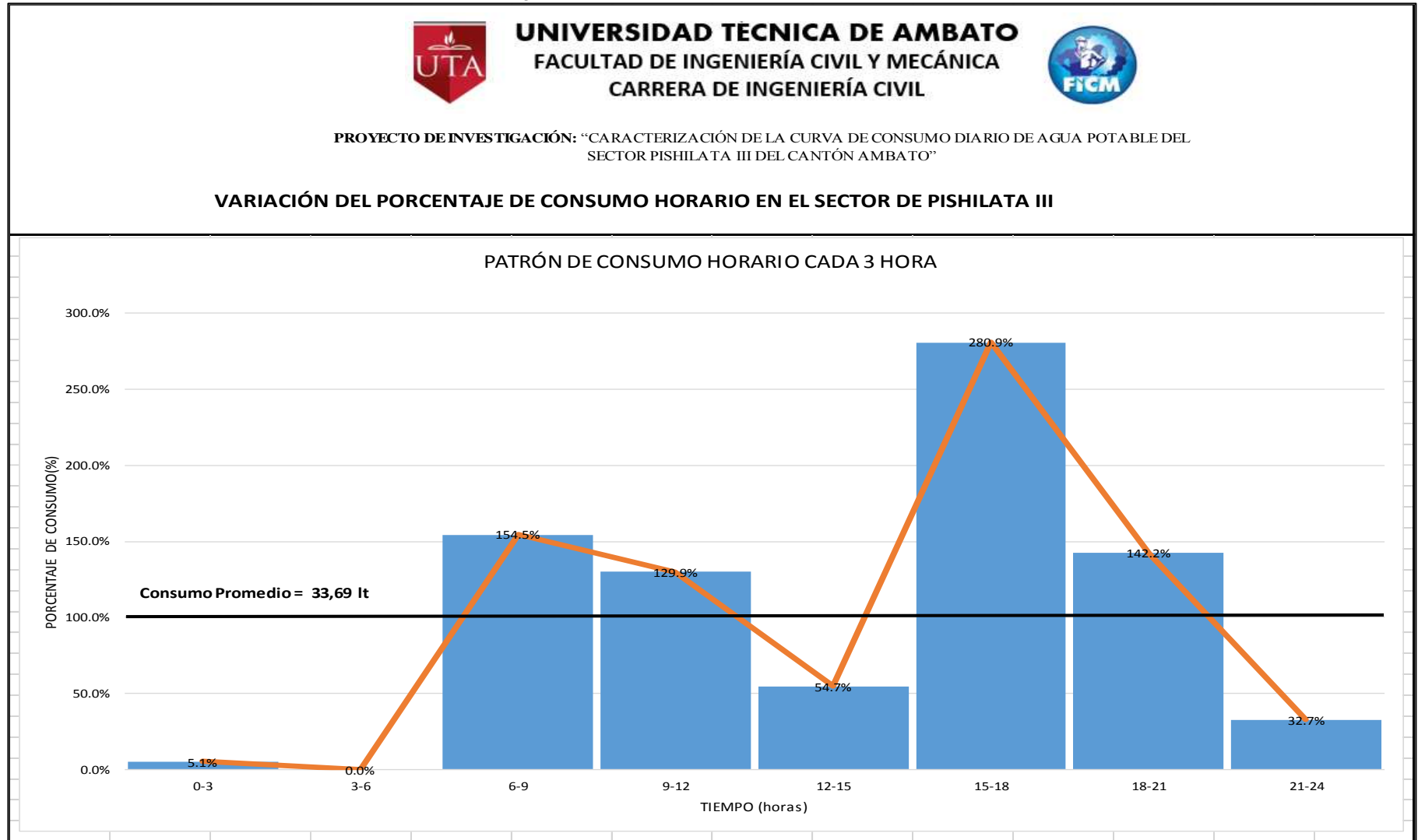
Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores

Figura 25: Patrón de Consumo Horario cada 2 hora



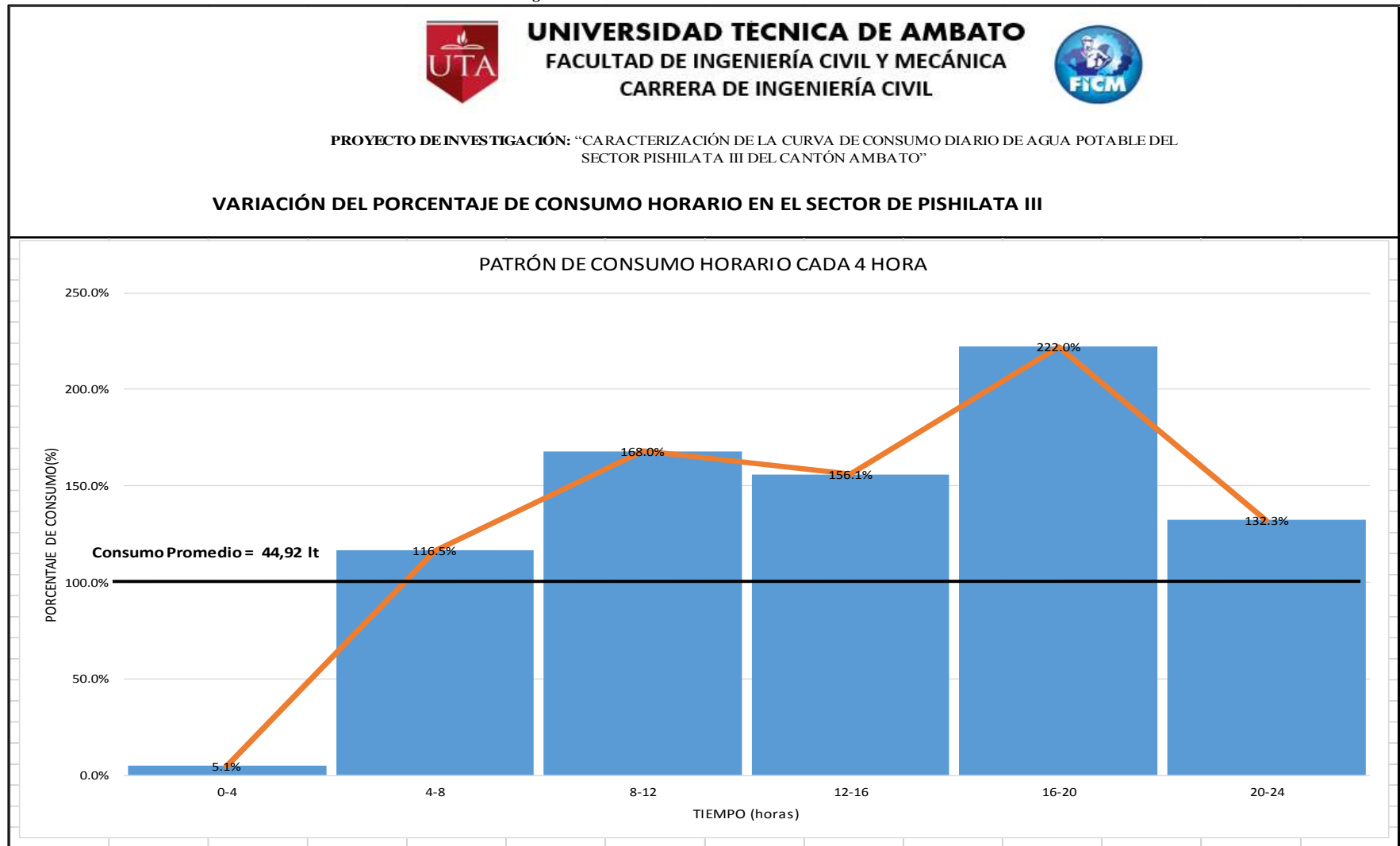
Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Figura 26: Patrón de Consumo Horario cada 3 horas



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Figura 27: Patrón de Consumo Horario cada 4 horas



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

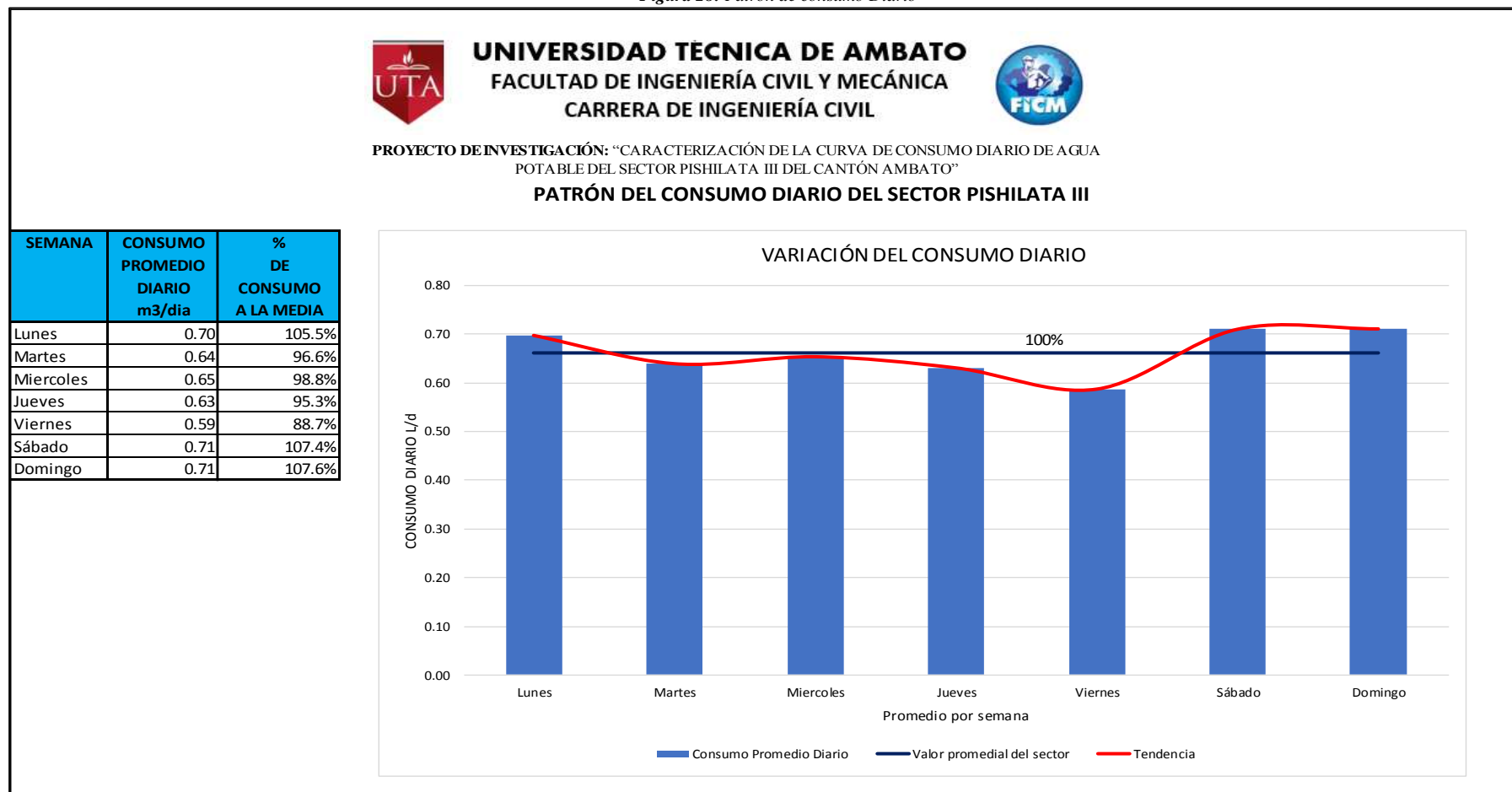
Interpretación:

En los histogramas presentados anteriormente refleja el comportamiento de consumo de los usuarios del sector Pishilata III en intervalos de tiempo de 1,2, 3 y 4 horas; se analiza la *Figura 26*, la misma que tiene una tendencia mejor trazada que las otras tres gráficas y por ende es más didáctico y explícito; se puede observar que el período de tiempo máximo de consumo está entre las 15-18 horas con un valor 280,9% conociendo que el valor referencial es el 100%, posteriormente se analiza que de las 0 a 6 horas el consumo es netamente inferior a su valor referente (100%), mientras de 6 a 12 horas el comportamiento es todo lo contrario, el consumo excede al cien por ciento, de 12 a 14 horas nuevamente el consumo decae notablemente, pero en horas de la tarde de 14 a 21 horas se acrecienta significativamente y decrece paulatinamente a medida que avance las horas de la noche cabe, recalcar que se tuvo un desfase a las 19 horas, de manera general se puede concluir que la actividad de consumo de agua durante el día está activa y decae en horarios de comida, y en la noche como era de esperar el consumo en mínimo, La variación de consumos de agua potable durante el día tiene las características propias del medidor residencial, las actividades laborales diarias son ejecutadas con frecuencia en estas horas.

Los factores que influyen en la variación del consumo de agua potable, son netamente socioeconómicos, en el caso de la parroquia de Pishilata III, el comportamiento del consumo del líquido vital, demuestra que tienen la misma o similar tendencia todos los días a excepción de los fines de semana, que en ciertas horas se une la familia a realizar actividades de hogar, las mismas que son las que se registró como picos altos, en otras en cambio los residentes salen de casa a realizar actividades de oficina o educación, estas ocupaciones son registradas en las horas de bajo consumo y existen tiempos muertos en los cuales no se reconoce el uso del agua o son muy bajos estos volúmenes, los cuales ocurren normalmente en la madrugada. Y durante el fin de semana la tendencia es fuera de foco por lo que no se realiza las mismas actividades que se desarrolla durante la semana.

4.3.2.6.2 Patrones de consumo diario.

Figura 28: Patrón de consumo Diario



Fuente: Patricio Flores
 Realizado por: Patricio Flores



Interpretación

La *Figura 28* del patrón de consumo diario del sector Pishilata III nos indica que el valor referencial del 100 % que para nuestro caso es de $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$, el día lunes tenemos un valor de $0,70 \text{ m}^3/\text{día}$ y los fines de semana tanto sábado como domingo refleja nuestro pico máximo de $0,71 \text{ m}^3/\text{día}$ y nuestro valor mínimo de consumo se lo evidencia el día viernes con $0,59 \text{ m}^3/\text{día}$.

4.3.2.7 Variación de la presión en la red de distribución de agua potable.

En el sector Pishilata III se obtuvo las presiones realizadas en el lapso de una semana obteniendo así el valor promedio por cada día y por cada uno de los predios, teniendo así una idea de la presión que existe en el sector sea esta media, alta o baja, para Pishilata III tiene una tendencia media-alta por la geografía del sector se presta para que el agua fluya de una manera rápida a gravedad, lo cual en exceso es perjudicial la alta presión, deteriora los accesorios que conforman la red de distribución ocasionando malestar en los usuarios.

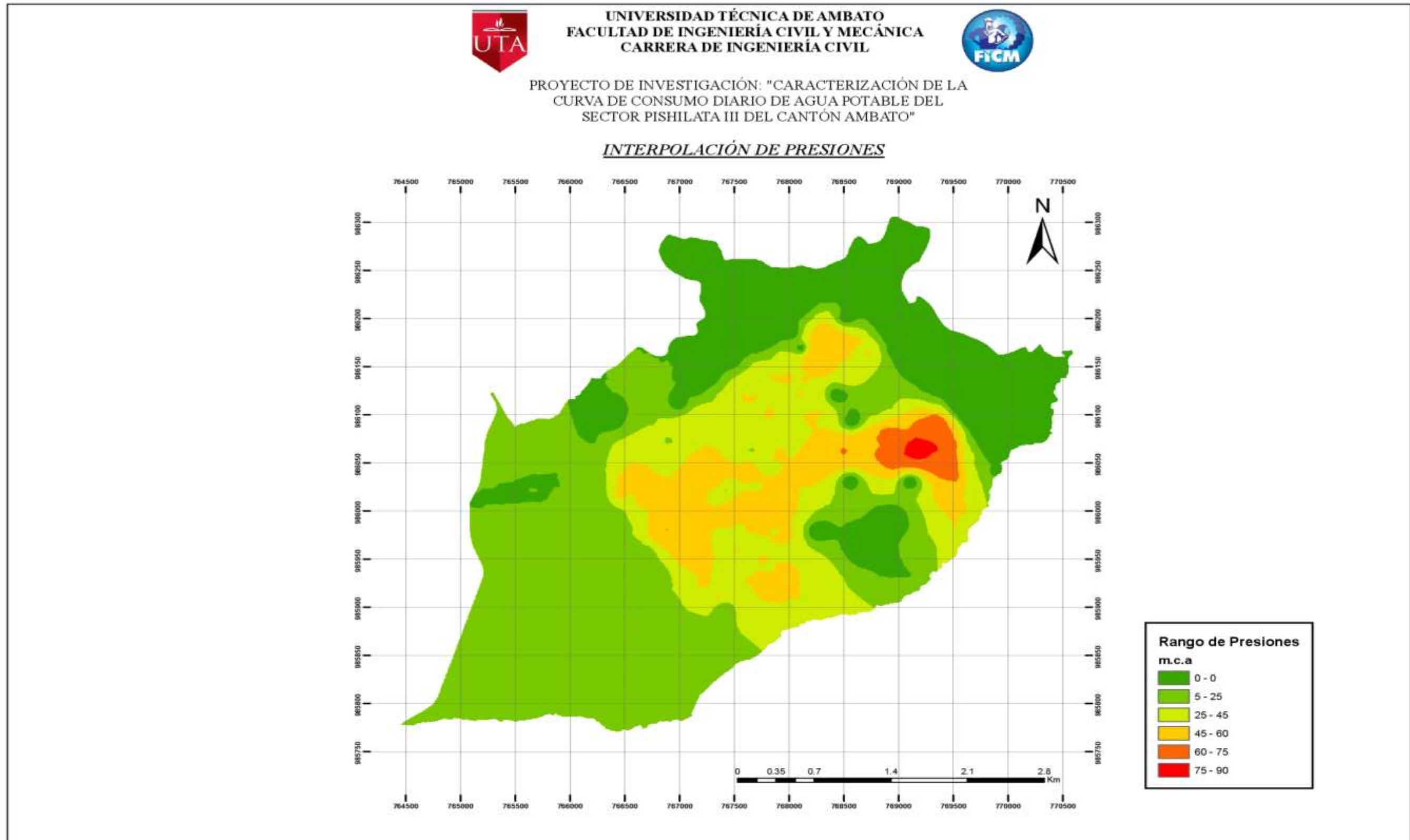
Tabla 19: Valor promedial de Presión

 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 AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO" MODULACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SEGÚN LAS PRESIONES EN EL SECTOR DE PISHILATA III										
N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LECTURA (PSI)								ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
1	35	49	34	52	42	45	50	43.86	767593.74	9860627.79
2	35	48	34	50	42	42	49	42.86	767620.86	9860637.71
3	36	51	21	54	11	48	54	39.29	767655.26	9860630.77
4	36	50	21	54	45	47	54	43.86	767737.28	9860605.63
5	70	80	80	68	70	56	68	70.29	767902.64	9860593.73
6	72	83	81	70	72	59	71	72.57	768188.73	9860605.3
7	68	84	84	84	74	89	89	81.71	768303.16	9860576.2
8	66	86	81	80	12	92	93	72.86	768410.98	9860603.65
9	68	85	80	80	70	94	96	81.86	768439.42	9860604.64
10	67	84	84	82	82	105	108	87.43	768465.22	9860610.59
11	67	86	85	85	85	108	110	89.43	768495.97	9860619.19
12	69	90	75	76	76	96	100	83.14	768727.48	9860651.93
13	70	95	55	78	78	97	100	81.86	768775.44	9860681.7
14	74	95	59	80	79	98	105	84.29	768802.56	9860681.7
15	84	100	90	86	86	108	110	94.86	768925.59	9860685.34
16	86	105	95	88	88	110	115	98.14	768955.36	9860683.35
17	89	110	100	115	90	115	118	105.29	768984.46	9860686.33
18	100	110	100	118	90	115	118	107.29	769080.37	9860660.53
19	105	115	90	118	80	118	120	106.57	769139.57	9860641.68
20	120	120	120	120	115	120	125	120.00	769153.79	9860643.67
21	120	120	125	120	115	120	120	120.00	769175.29	9860645.32
22	120	120	120	118	113	120	120	118.71	769137.59	9860729.66
23	100	115	86	76	87	110	115	98.43	769104.19	9860764.71
24	96	100	86	78	88	95	98	91.57	769100.88	9860806.05
25	92	92	84	76	86	92	94	88.00	769089.96	9860832.18
26	88	78	70	60	75	85	88	77.71	769057.55	9860874.18
27	87	78	72	64	70	84	86	77.29	769064.5	9860894.03
28	82	62	68	59	68	66	66	67.29	768993.06	9861086.51
29	34	42	37	36	27	30	30	33.71	768951.39	9861109.33
30	34	43	38	35	28	30	32	34.29	768946.76	9861119.26
31	30	41	37	35	29	33	32	33.86	768924.6	9861157.95
32	32	40	37	34	30	34	34	34.43	768876.64	9861235.67
33	32	45	34	26	31	35	33	33.71	768865.07	9861283.3
34	31	35	34	28	30	35	32	32.14	768854.15	9861277.34
35	32	45	35	28	31	37	35	34.71	768839.27	9861301.49
36	28	46	36	28	27	26	30	31.57	768881.27	9861386.82
37	40	44	38	31	38	35	45	38.71	768872.34	9861427.16
38	42	47	37	54	27	41	40	41.14	768832.33	9861470.16
39	44	50	38	54	28	40	36	41.43	768747.66	9861529.03
40	63	83	78	63	63	62	64	68.00	768496.63	9861777.08
41	74	80	78	65	65	58	60	68.57	768719.88	9861636.85
42	80	62	56	81	80	75	68	71.71	768386.5	9861734.08
43	80	62	54	78	77	75	68	70.57	768405.02	9861735.74
44	78	60	50	77	76	75	66	68.86	768412.3	9861710.6
45	77	60	62	74	74	74	65	69.43	768431.15	9861697.7
46	78	56	63	72	71	73	64	68.14	768500.27	9861644.12
47	75	57	60	72	74	73	64	67.86	768512.51	9861633.87
48	76	56	61	70	71	72	62	66.86	768525.41	9861624.94
49	76	60	43	71	70	72	61	64.71	768555.17	9861599.81
50	74	56	59	65	62	70	60	63.71	768589.24	9861589.88

VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN								PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
N° DE MEDIDOR	LECTURA (PSI)								ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
51	72	56	57	61	53	65	61	60.71	768592.88	9861568.72
52	72	58	57	62	53	66	61	61.29	768612.06	9861570.37
53	70	59	44	65	56	62	59	59.29	768610.07	9861557.8
54	60	56	46	66	36	59	58	54.43	768633.23	9861551.85
55	56	55	48	68	60	57	58	57.43	768641.82	9861544.57
56	54	54	48	68	38	55	56	53.29	768635.54	9861536.31
57	50	56	50	61	52	52	82	57.57	768679.86	9861501.91
58	82	92	88	93	82	82	84	86.14	768322.25	9861720.18
59	83	94	89	92	79	83	85	86.43	768334.55	9861691.6
60	85	86	89	90	78	79	88	85.00	768323.04	9861684.06
61	85	84	90	93	82	82	90	86.57	768305.58	9861699.14
62	86	88	89	92	79	82	90	86.57	768287.72	9861679.3
63	83	86	74	78	70	71	83	77.86	768244.86	9861634.06
64	80	88	65	76	68	69	80	75.14	768231.36	9861620.17
65	76	80	68	72	64	65	75	71.43	768216.28	9861605.08
66	74	72	56	68	61	62	72	66.43	768085.68	9861210.6
67	74	68	59	64	58	56	69	64.00	768128.86	9861550.51
68	72	66	69	63	56	56	70	64.57	768058.22	9861439.38
69	70	67	67	60	52	53	66	62.14	768048.69	9861415.57
70	66	69	65	60	55	66	68	64.14	768043.14	9861395.73
71	65	79	68	62	58	66	66	66.29	767989.16	9861396.52
72	60	66	60	58	69	79	68	65.71	767605.78	9861202.05
73	62	64	62	56	66	75	63	64.00	767683.57	9861229.83
74	64	64	62	57	67	74	61	64.14	767655.79	9861219.51
75	64	66	64	54	62	69	58	62.43	767635.15	9861209.99
76	66	67	62	60	67	72	60	64.86	767643.09	9861178.24
77	70	72	56	55	61	68	52	62.00	768186.81	9861082.99
78	70	72	56	54	60	68	52	61.71	768136.8	9861145.7
79	58	60	56	56	63	63	56	58.86	768056.9	9861216.6
80	56	63	54	55	64	66	69	61.00	767967.73	9861154.96
81	58	64	54	84	68	68	72	66.86	767797.87	9861002.82
82	56	64	47	74	62	64	66	61.86	767764.8	9860988.53
83	58	66	46	74	36	64	68	58.86	767726.17	9860978.74
84	48	68	46	76	65	66	69	62.57	767531.43	9860831.11
85	49	48	45	76	35	67	71	55.86	767276.11	9860902.01
86	48	50	48	55	55	56	64	53.71	767509.79	9860759.35
87	49	52	48	55	57	59	68	55.43	767533.28	9860740.94
88	50	52	50	60	62	50	62	55.14	767521.01	9860720.62
89	50	53	50	61	63	52	54	54.71	767498.57	9860714.9
90	51	55	52	49	50	46	52	50.71	767536.67	9860655.85
91	62	60	60	57	59	60	56	59.14	768102.79	9860822.39
92	64	58	62	58	56	56	56	58.57	768058.05	9860665.36
93	66	58	62	58	59	58	57	59.71	768099.07	9860771.72
94	64	56	63	75	73	58	58	63.86	768110.97	9860800.3
95	66	62	60	76	79	65	66	67.71	768206.75	9860980.74
96	66	65	60	68	66	58	60	63.29	768235.33	9861009.58
97	68	66	64	72	75	67	52	66.29	768266.81	9861021.76
98	44	46	46	48	56	40	51	47.29	767227.43	9860963.47
99	45	46	44	48	56	41	50	47.14	767213.41	9860982.52
100	44	46	44	48	55	40	50	46.71	767199.65	9861004.21
PROMEDIO DIARIO (PSI)	66.03	69.03	62.14	67.57	62.54	68.46	69.83			

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Figura 29: Interpolación de Presiones



Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

Interpretación:

Como se puede observar en la *Figura 29* (gráfico de Presiones), es un proceso de manipulación de información, para obtener nueva información a partir de datos reales obtenidos en campo, usualmente se analiza mediante un SIG el cual proporciona herramientas de análisis para calcular estadísticas de las entidades y realizar actividades de geoprocésamiento como es la interpolación de datos.

La interpolación es el proceso de utilizar puntos de valores conocidos (Presiones) para realizar una estimación de valores desconocidos en otros puntos. Existen muchos métodos de interpolación, el método que se empleará es llamado Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés) en este método los puntos de muestreo se ponderan durante la interpolación, de tal manera que la influencia de un punto en relación con otros disminuye con la distancia desde el punto desconocido.

Tabla 20: Valores Porcentuales de la Interpolación de Presiones

PRESIONE	
0-0	15%
5-25	30%
25-45	21%
45-60	28%
60-75	5%
75-90	1%

Fuente: Patricio Flores
Realizado por: Patricio Flores

En nuestro caso se realizará la interpolación de presiones de la parroquia Pishilata existe una gama de (0-0) mca ubicados en la zona de estudio 3 que no existe presión ya que es las riberas del río Ambato, una presión de (5-25) mca la cual se observa con un color verde en la zona de estudio 1, la presión comprendida entre (25-45) mca, esta se identifica con el color verde agua ubicados en la zona de estudio 2 y 3 en su gran mayoría, una presión de (45-60) mca con un color caqui en la zona de estudio 2 y 3, las presiones comprendidas entre (60-75) mca de color anaranjado y las presiones comprendidas entre (75-90) mca ubicados netamente en la zona de estudio 3 en el barrio Tiagua lo cual es característico del sector por lo que se encuentra en un valle sobre un tanque de distribución de agua potable, es la razón por la cual la presión es

alta, por la ubicación geográfica del tanque de distribución.

4.3.2.8 Sistema de información geográfica (Sig.)

Para la georeferenciación de los respectivos predios, donde se realizó la medición de caudal se utilizó el software ArcMap al señalar los respectivos puntos.

El sistema de información geográfica generado para el presente trabajo está constituido por el área de la parroquia Pishilata zona de estudio 3, donde se puede observar la ubicación de la muestra de los diferentes predios seleccionados de mencionada zona.

En lo que se refiere a resultados obtenidos durante la elaboración de este trabajo se puede constatar el consumo promedio diario, el número de habitantes por domicilio, las unidades sanitarias promedio y los patrones de consumo promedio tanto diario como horario de la zona en estudio, principalmente un mapa del consumo Per Cápita y presiones de la Parroquia haciendo uso de los datos de la zona de estudio 1 y la zona de estudio 2. [34]

4.4 Verificación de la hipótesis.

El consumo de agua potable en cada uno de los sectores si influye en la obtención de las curvas de consumo diario, esta hipótesis se convierte en afirmativa debido a que con los valores de caudal consumido, por cada hora del día se puede generar curvas que representan el volumen de agua consumido en el día.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En el sector Pishilata III, de acuerdo a las diferencias de consumo diario obtenemos un valor promedial por vivienda del sector en estudio de $0,66 \text{ m}^3$, el cual es un valor referencial propio y característico de consumo en dicha zona de estudio por las diferentes actividades que se realizan dentro del sector.
- De igual manera se obtuvo un volumen Per Cápita de $179,53 \text{ L/hab/día}$, este valor se encuentra por debajo del rango especificado en la norma, teniendo en cuenta que para bloques de vivienda la dotación esta entre $200\text{-}350 \text{ L/hab/día}$, sin embargo los usuarios del sector no presentan problema alguno en sus hogares referente a presión y dotación de agua.
- En el sector de Pishilata III, de acuerdo al análisis de Patrón de consumo diario, nos indica que el día lunes tenemos un valor máximo de $0,70 \text{ m}^3/\text{día}$ y los fines de semana tanto sábado como domingo refleja nuestro pico máximo de $0,71 \text{ m}^3/\text{día}$ y nuestro valor mínimo de consumo se lo evidencia el día viernes con $0,59 \text{ m}^3/\text{día}$, eso se nos presenta por las costumbre y hábitos ya sea lavado de ropa, riego de jardines y limpieza total del hogar, etc.
- En el consumo horario se puede observar que el *día Domingo* existe el pico máximo con un valor de $428,4 \text{ L}$ en el lapso de la tarde y entre la mañana se registra consumo del líquido vital mínimo de $0,20 \text{ L}$, el *día Lunes* expresa su valor máximo en el horario de la mañana con un valor pico de $212,3 \text{ L}$, todos estos comportamientos se debe a las características propias del sector para lo que es días laborables de lunes a viernes como fines de semana.
- Mediante la realización de la georefenciación del sector en estudio, mismo que consta de la ubicación del sector y su respectivo consumo Per Cápita dando como resultado que este valor esta entre $(130 \text{ a } 190) \text{ L/hab/día}$ para una

casa idealizada de 5 personas que es el número promedio de habitantes del sector, cuyo valor está en los parámetros normales ya que el País tiene un valor referencial de 237 L/hab/día.

- Se realizó la georeferenciación del sector en estudio, mismo que consta de la ubicación del sector y su respectiva variación de presiones dando como resultado que la mayoría de valores se encuentran entre (5 a 60) mca lo cual refleja que existe buena presión en el sector producto de la ubicación geográfica del acuífero de Picaihua que dota del suministro de agua al sector.

5.1. Recomendaciones

- Realizar un estudio total de las diferentes dotaciones de cada sector teniendo presente que en los diferentes sectores tenemos instituciones, industrias y edificaciones de comercio las cuales no son similares a la dotación de una vivienda, esto nos afectará y alejara para obtener resultados veraces.
- Elaborar un estudio para determinar el caudal de un sector en específico teniendo en cuenta que existe diferentes tipos de vivienda refiriéndonos a viviendas de degradadas en plena ciudad hasta llegar a viviendas de lujo, es decir se debe verificar el estatus socio económico de cada usuario ya que esto es un requisito fundamental ya que depende el uso y gasto de agua potable.
- Para futuras investigaciones realizar un estudio sobre el efecto de consumo de agua potable en industrias que se encuentran dentro de los sectores residenciales de la ciudad de Ambato para ver cuál es la incidencia en el consumo de agua potable de una vivienda.
- Realizar una socialización sobre el uso correcto de agua potable porque las personas confunden su uso con el riego agrícola causando bastante desperdicio del líquido vital.

1. Bibliografía

- [1] A. Toledo, «El agua en México y el Mundo,» *Gaceta Ecológica*, vol. 2, nº 64, pp. 9-18, 202.
- [2] R. R. Pedro, *Abstecimiento del Agua*, Oaxaca: Instituto Tecnológico de Oaxaca, 2001, pp. 1-499.
- [3] T. Rodriguez, «Diagnostico del agua en las Americas,» *Foro Consultivo*, vol. 1, nº 1, pp. 1-448, 2012.
- [4] M. D. Ortiz Pérez, *El Agua para consumo humano*, Mexico: Universidad Autónoma de San Luis, 2015, pp. 1-26.
- [5] C. Sampedro, «Factores Normativos del Acceso al Agua Potable Contenido Real de un Derecho,» *Oasis*, vol. 1, nº 15, pp. 1-17, 2010.
- [6] R. Gaona , *El agua en México*, Mexico: Fondo para la comunicaciòn y la Educaciòn Ambiental, 2006, pp. 1-96.
- [7] D. G. Manco Silva , J. Guerrero Erazo y A. Ocampo Cruz, «Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial,» *Revista Ingenieros Universidad de Medellin*, vol. 11, nº 21, pp. 23-28, 2012.
- [8] D. L. Hora, «Agua Potable Garantizada por 30 años mas en Ambato,» *Agua Potable Garantizada por 30 años mas en Ambato*, p. 6, 17 octubre 2018.
- [9] L. Amoroso Mora, F. Catro Solórzano, J. Arregui Toro, M. Proaño y W. Siza, «Una Huella en el Tiempo 50 años Emapa,» *Imprensa*, Ambato, 2018.
- [10] D. C. Bastidas Delgado , Tesis de Grado sobre la caracterización y estimación de consumo de agua de usuarios residenciales, Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2009.
- [11] Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato, «Emapa,» Emapa, [En línea]. Available: <http://www.emapa.gob.ec/portal/informacion-corporativa-quienes-somos-nuestra-historia/>. [Último acceso: 16 Junio 2018].
- [12] S. D. C. a. F. L. Brels, «Agua Potable, diversidad biológica y desarrollo,» p. 1, 2008.
- [13] M. G. D. E. GobBC, «Cultura ecológica del agua,» *Cuido el Agua*, 2009. [En línea]. Available: <http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/tiposagua.html>. [Último acceso: 24 AGOSTO 2018].
- [14] Conagua, «Datos Básicos Para Para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado,» de *Manual de Agua Potable, Alacantarillado Y Saneamiento*, México, 2015, pp. 8-10.
- [15] N. E. d. I. C. Construcción, «Norma Hidrosanitaria NHE gua,» Miduvi, Quito, 2011.
- [16] P. R. Ruiz, «Civilgeeks.com,» *Ingeniería y Construcción*, 17 enero 2012. [En línea]. Available: <https://civilgeeks.com/2010/10/07/dotacion-sistema-de-agua-potable/>. [Último acceso: 31 agosto 2018].

- [17] P. A. Cortés, «Aguasaniaria.com,» Aguasaniaria Ltda, 2009. [En línea]. Available: <http://aguasaniarias.com/new/capitulo2-paradiseno-contruccion.html>. [Último acceso: 31 Agosto 2018].
- [18] P. R. Ruiz, «Civilgeeks.com,» Ingeniería y Construcción, 24 Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://civilgeeks.com/2010/10/07/variacion-de-consumo-sistema-de-agua-potable/>. [Último acceso: 31 Agosto 2018].
- [19] M. Ramírez Landázuri, J. Pilamunga, M. Aguilar, A. Merchan, L. Chávez, C. Peñaherrera, J. Erazo Silva, J. Guerra y G. Toro, «Norma INEN Código Práctico Ecuatoriano,» de *Código Ecuatoriano de la Construcción. E.E.C*, 1992, p. 43.
- [20] A. J. C. Orduña, «Evaluación Patronedes de Consumo y Caudal Máximo Instantáneo de Usuarios Residenciales de la Ciudad De Bogotá,» *Universidad Nacional de Colombia*, vol. 1, p. 233, 2014.
- [21] J. Madrigal Pana y G. Mora Muñoz, «Patrones de Consumo,» de *Estimación del Gato Discrecional*, Costa Rica, PNUD, 2004, pp. 100-200.
- [22] eltelégrafo, «Los macromedidores,» *Los macromedidores regularán el uso y el desperdicio del agua*, p. 4, 09 noviembre 2012.
- [23] C. Conhydra, «Medidor de Velocidad,» *Cátedra Conhydra*, p. Tema 3, 2014.
- [24] M. A. M. Redondo, «iagua,» 09 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/fundamentos-basicos-hidraulica-i>. [Último acceso: 15 Septiembre 2018].
- [25] E. U. d. I. T. A. d. C. Real, «Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real,» [En línea]. Available: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema1.PDF. [Último acceso: 20 septiembre 2018].
- [26] Langleruben, «Sistema dde Información Geográfica,» *Sistema dde Información Geográfica (SIG)*, p. 1, 2010.
- [27] J. D. G. Ocampo, «Wordpress.com,» 11 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://juliangiraldo.wordpress.com/sig/funcionsig/>. [Último acceso: 30 Octubre 2018].
- [28] «EcuRed,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Mapa_Digital. [Último acceso: 30 Octubre 2018].
- [29] D. d. A. y. C. d. I. M. d. Ambato, «Predios Urbanos,» GADMA, Ambato.
- [30] L. Herrera E, A. Medina F y G. Nranjo L, «Tutoría de la Investigación Científica,» de *Guía para elaborar en forma creativa y amena el trabajo de Graduación*, Ambato, Corona, 2004, p. 101.
- [31] R. Chávez, «Pishilata es el corazón de la agricultura en Ambato,» *el telégrafo*, p. 1, 03 Agosto 2014.
- [32] A. P. V. Sevilla, «Ordenanza Municipal de las Parroquias urbanas de Ambato,» Ambato, 1976.
- [33] Shometers, «Shometers,» [En línea]. Available: <https://www.shometers.com/3-4-inch-Brass-water-meter-Multi-Jet-water-meter-pd6461643.html>. [Último acceso: 08 septiembre 2018].

[34] D. d. QGis2.8, «Documentacion de QGis2.8,» [En línea]. Available:
https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html.
[Último acceso: 12 Septiembre 2018].

ANEXOS

2.1 Anexo fotográfico

	
Toma de la lectura diaria	Realización de la encuesta a los moradores del sector

	
Colocación de la cámara	Toma de presiones

2.2 Anexos CD

CARPETA ENCUESTA EXCEL

- 1.-TABLA-INFORMACIÓN-DEL-PREDIO.
- 2.-SERVICIO-DE-AGUA-POTABLE
- 3.-NIVEL-DE-SERVICIO

CARPETA FOTOS

- CAUDAL MEDIO DIARIO
- CAUDAL MEDIO HORARIO

CARPETA TABLAS EXCEL

CAUDALES HORARIO (CÁMARA)

Gráficas consumo diario.

CONSUMO DE MEDIDORES

Consumo diario por medidores

Proyección Máxima

Consumo Per Cápita

TABLA N°1 (MEDICIÓN DE LECTURA)

TABLA-2-CONSUMO-DIARIO-POR-MEDIDORES

Consumo diario por medidores

TABLA-3-VALOR-PROMEDIAL-DE-CONSUMO-DE-AGUA-
POTABLE-POR-DÍA

Valor prom consumo de agua

TABLA-5-PRESIONES

CARPETA ENCUESTAS RESPALDO FÍSICO.