



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL RETIRO, CANTÓN
MACHALA, PROVINCIA EL ORO.

BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2017



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL RETIRO, CANTÓN
MACHALA, PROVINCIA EL ORO.

BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2017



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO TITULACIÓN
ANÁLISIS DE CASOS

MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
DE LA PARROQUIA EL RETIRO, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA EL ORO.

BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH
INGENIERA CIVIL

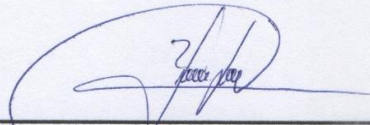
AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 11 DE SEPTIEMBRE DE 2017

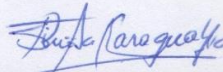
MACHALA
2017

Nota de aceptación:

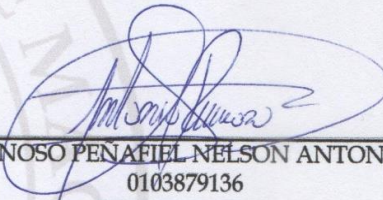
Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL RETIRO, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA EL ORO., hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO
0701788283
TUTOR - ESPECIALISTA 1



SIVISACA CARAGUAY JORGE RODRIGO
1103108203
ESPECIALISTA 2



REINOSO PENAPIEL NELSON ANTONIO
0103879136
ESPECIALISTA 3

Machala, 11 de septiembre de 2017

Urkund Analysis Result

Analysed Document: BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH_PT-010517.pdf
(D30355604)
Submitted: 2017-09-04 03:40:00
Submitted By: titulacion_sv1@utmachala.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

Jonathan Aguilar Siguenza-Proyecto Técnico-2015.docx (D16346081)
20170704 F_Morillo C_Montalvo.pdf (D29553157)
Chavez_Edinson_TT1.docx (D15390499)
Tesis Jonathan Nasimba.pdf (D29483708)
https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/toolkit/files/assets/basic-html/page17.html
<https://www.slideshare.net/rosalba212/texto-10-tendencias-epistemolgicas-de-la-investigacin-cientfica-en-el-siglo-xxi>

Instances where selected sources appear:

14

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL RETIRO, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA EL ORO., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de septiembre de 2017



BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH
0705624120

DEDICATORIA

Dedico este proyecto en primer lugar a mi Dios por ser el inspirador de cada uno de mis pasos; a mi padre Vicente Washington Bravo Ontaneda y a mi madre Mary Yolanda Quezada Ordoñez por inculcarme valores y apoyarme en todo momento, ver el esfuerzo que hacen a diario para que no me falte nada me conmueve y me hace sentir una persona muy afortunada, de tener unos padres como ellos es un regalo de la vida.

A mis hermanos Yuly, Roger y Analia a quien quiero mucho y que siempre están apoyándome con sus consejos y fuerzas para seguir adelante.

A mi esposo Eduardo Zueta por ser el pilar fundamental y emotivo en cada momento y en cada paso que doy, por su comprensión y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Para el presente trabajo de titulación agradezco primeramente a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado. A la Universidad Técnica de Machala por darme la oportunidad de haber estudiado y convertirme en una profesional.

A mi tutor Ing. Fredy Aguirre Morales; y los miembros del tribunal Ing. Jorge Sivasaca Caraguay e Ing. Nelson Reinoso Peñafiel, por su voluntad y dedicación, quienes con sus conocimientos, experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en mí que pueda terminar este proyecto.

También agradezco a todos mis profesores que fueron participe en mi formación, durante mis inicios en la escuela hasta llegar al término del último año de la carrera profesional, porque todos han aportado con un granito de arena, solo me queda decirles gracias por su enseñanza y dedicación.

Y a todas las personas que han formado parte de mi vida, les agradezco por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Algunas están aquí conmigo y otros en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como propósito analizar la actual situación que presenta la red de agua potable de la parroquia El Retiro; y poder plantear soluciones adecuadas, logrando que toda la comunidad pueda abastecerse de este líquido vital, por eso es importante aplicar la modelación hidráulica en la red de distribución de agua existente; en el programa se ingresa la información tomada en el campo, que servirá para darnos a conocer las falencias que presenta este proyecto.

Se hizo una entrevista a la administración del Gobierno Parroquial de El Retiro, acerca de la distribución del agua potable, el cual supo manifestar que las tuberías fueron construidas hace treinta años, y en los sitios más lejanos de la parroquia El Retiro el agua llega frecuente por la noche.

Para el análisis de este proyecto, se realizó una encuesta en campo para verificar las conexiones de los medidores en los domicilios, recopilación de datos que existe en la oficina de la junta de agua potable para conocer el consumo de agua que presenta la comunidad en un periodo de seis meses, investigación en campo para identificar el diámetro de las tuberías y los accesorios que presenta la red de distribución de agua potable, se solicitaron los levantamientos topográficos de los sitios al GAD. Municipal de Machala, y para tener sustento científico en la redacción del proyecto de examinaron revistas como Scielo, Dialnet, Sciece Direct y Redalyc.

Para enlazar los planos digitales de los sitios la cabecera parroquial El Retiro, EL Recreo, San Vicente y Guarumal 1, facilitados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Machala, se tuvo que tomar las coordenadas en puntos fijos mediante la utilización de GPS por el margen de error que presenta.

Para conocer el consumo de agua que mantiene la población en un día, se realizó trabajo de campo, que consiste en la toma de lecturas del tanque elevado, es decir, ver a cada hora cuál es la altura que tiene el tanque elevado cuando la comunidad consume el agua; y con ello obtener el área, volumen y caudal por hora.

También se realizó la toma de lectura con tres manómetros a diez puntos escogidos de los sitios la cabecera parroquial El Retiro, EL Recreo, San Vicente y Guarumal 1, el

propósito es conocer la presión que existe realmente; y con ello saber si el agua llega a estos sitios.

Al proyecto se aplicó el programa informático EPANET, que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico, resultados que ayudará a detectar las presiones en diferentes nudos de la red, si hay zonas de baja y alta presión; y si existen sectores que no llega agua.

Mediante la modelación hidráulica en la red de distribución de agua potable de la parroquia El Retiro se muestran cuadros de los resultados obtenidos, analizando la situación actual de las redes en donde se las evalúa como irregulares, debido a que en los nudos lejanos del sistema le falta presión y no abastece continuamente a los sitios San Vicente y Guarumal 1, se recomienda que en estos sitios se construya un tanque de almacenamiento para que pueda la comunidad abastecerse de este líquido vital.

Palabras claves: Modelación hidráulica, redes de distribución, trabajo de campo, Epanet.

ABSTRACT

The present work of titration aims to analyze the present situation that presents the potable water network of her parroquia El Retiro; and to be able to raise appropriate solutions, making the entire community able to supply itself with this vital liquid, that's why it's important to apply hydraulic modeling to the existing water distribution network; The program will enter information taken in the field, That will serve to let us know the flaws that presents this project.

An interview was made to the administration of the parish government El Retiro, about drinking water distribution, who knew that the pipes were built thirty years ago, and at the furthest places of the parish the withdrawal the water arrives frequent at night

For the analysis of this project, A field survey was conducted to check the connections of the meters at home, research at the board of Potable water to know the water consumption that the community presents in a period of six months, Field research to identify the diameter of pipes and accessories presented by the Potable water distribution network, Topographic surveys of sites were requested from the GAD. Municipal of Machala, and For scientific support in the drafting of the review of journals such as Scielo, Dialnet, Sciencie Direct y Redalyc.

To link the digital plans of the sites the parish header El Retiro, EL Recreo, San Vicente y Guarumal 1, facilitated by the autonomous government decentralized Municipal of Machala, you had to take the coordinates at fixed points by using GPS by the margin of error that presents.

To know the water consumption that keeps the population in a day, field work was carried out, which consists of the taking of readings of the elevated tank, that is to say, See every hour which is the height of the elevated tank when the community consumes the wáter, And with that get the area, volume and flow per hour.

The reading was also made with three manometers at ten selected points of the sites the parish headboard El Retiro, EL Recreo, San Vicente y Guarumal 1, the purpose is to know the pressure that really exists, and with it you know if the water reaches these sites.

The project applied the software EPANET, that performs simulations in prolonged periods of hydraulic behavior, Results that will help to detect the pressures in different knots of the network, If there are low and high pressure areas; And if there are sectors that do not reach wáter.

By hydraulic modeling in the parish Potable water distribution network EI RETIRO, Pictures of the results obtained are shown, analyzing the current situation of the networks where they are evaluated as irregular, because in the distant knots of the system it lacks pressure and does not continuously supply to the sites, San Vicente y Guarumal 1, It is recommended that a storage tank be built in these sites so that the community can supply itself with this vital liquid.

Keywords: Hydraulic modeling, Distribution networks, field work, Epanet.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como propósito realizar una modelación hidráulica y dar conocer el estado actual de las redes, mediante un programa de simulación, cuyos resultados servirán para que la administración de la Junta Parroquial plante las medidas pertinentes.

Mediante la modelación hidráulica se verificará la necesidad que presenta la comunidad al no ser abastecida del líquido vital, a consecuencia del incremento poblacional que existe en toda la extensión de la parroquia El Retiro o por la antigüedad que presenta la red de distribución de agua potable.

El proyecto propuesto, se basa mediante investigación bibliográfica de artículos como revistas, libros, manuales; campo, oficina, levantamientos topográficos facilitados por el GAD. Municipal de Machala e información proporcionada por la Junta de Agua Potable.

Por último el presente trabajo se encuentra estructurado por cuatro capítulos.

Capítulo I: Se describe las Generalidades que presenta el objeto de estudio, como son la definición, hechos de interés y objetivos de la investigación.

Capítulo II: Se fundamenta en la descripción y las bases teóricas, que respaldan la realización de este trabajo de investigación, con argumentos de algunos autores que se considera para la interpretación del análisis.

Capítulo III: Se detallara la metodología a utilizar para el proyecto de investigación, mediante la recopilación de datos y la aplicación del programa EPANET 2.0.

Capítulo IV: Se considera la descripción y el análisis de los resultados obtenidos mediante el programa EPANET acerca del estado actual en que se encuentra la red, a más de concluir y proponer soluciones para evitar problemas en la distribución de agua potable

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO.	1
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.	1
1.2. DEFINICIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.	1
1.2.1 <i>Reseña histórica.</i>	1
1.2.2 <i>Ubicación y extensión.</i>	1
1.2.3 <i>Límites.</i>	2
1.2.4 <i>División política administrativa.</i>	2
1.2.5 <i>Población y familias.</i>	2
1.2.6 <i>Fuente de abastecimiento.</i>	4
1.2.7 <i>Red de distribución.</i>	5
1.2.8 <i>Contextualización.</i>	6
1.2 HECHOS DE INTERÉS.	8
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	12
1.3.1 <i>Objetivo General:</i>	12
1.3.2 <i>Objetivos Específicos:</i>	12
CAPÍTULO II	13
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICA DEL ESTUDIO.	13
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO DE REFERENCIA.	13
2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.	14
2.2.1 <i>Recurso hídrico.</i>	14
2.2.2 <i>Red de distribución.</i>	14
2.2.3 <i>Redes tipo Abierto.</i>	14
2.2.4 <i>Redes tipo Cerradas.</i>	15
2.2.5 <i>Redes Mixtas.</i>	15

2.2.6	<i>Tramo.</i>	15
2.2.7	<i>Nodo.</i>	15
2.2.8	<i>Fugas.</i>	15
2.2.9	<i>Software Epanet.</i>	15
2.2.10	<i>Pérdida de carga en tuberías.</i>	15
2.2.11	<i>Coefficiente de rugosidad.</i>	17
2.2.12	<i>Pérdidas menores.</i>	17
2.2.13	<i>Conexión domiciliaria.</i>	18
2.2.14	<i>Tanque elevado.</i>	19
2.2.15	<i>Bomba de agua.</i>	19
2.2.16	<i>Consumos máximos.</i>	19
2.2.17	<i>Sistemas de abastecimiento de agua potable.</i>	19
2.2.18	<i>Conducción.</i>	19
2.2.19	<i>Pérdidas aparentes de agua en sistemas con depósitos intradomiciliarias.</i>	19
2.2.20	<i>Envejecimiento de tuberías, efecto del tiempo en la rugosidad de las tuberías.</i>	19
CAPÍTULO III		21
PROCESO METODOLÓGICO.		21
3.1	DISEÑO O TRADICIÓN DE INVESTIGACIÓN SELECCIONADA.	21
3.2	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN.	21
3.2.1	<i>Entrevista con la directiva de la Junta Parroquial El Retiro.</i>	21
3.2.2	<i>Estudios complementarios-Visita al sitio.</i>	22
3.2.3	<i>Encuesta:</i>	23
3.2.4	<i>Consumo de agua potable.</i>	23
3.2.5	<i>Peticiones en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Machala.</i>	23
3.2.6	<i>Trazo de la red.</i>	23

3.2.7	<i>Área de aportación.</i>	24
3.2.8	<i>Población futura.</i>	24
3.2.9	<i>Densidad poblacional.</i>	25
3.2.10	<i>Dotación básica.</i>	26
3.2.11	<i>Caudal Medio (Qm).</i>	27
3.2.12	<i>Caudal Máximo Diario (QMD).</i>	28
3.2.13	<i>Caudal Máximo Horario.</i>	28
3.2.14	<i>Memoria Técnica.</i>	28
3.2.15	<i>Análisis de lo investigado.</i>	34
3.2.16	<i>Modelación de la Red mediante el programa EPANET.</i>	34
3.2.17	<i>Análisis de la Red en un Régimen Permanente.</i>	34
3.2.18	<i>Análisis de la Red en Período Extendido.</i>	38
3.3	SISTEMA DE CATEGORIZACIÓN EN EL ANÁLISIS DE LOS DATOS.	39
	CAPÍTULO IV..	40
	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN.	40
4.1.	DESCRIPCIÓN Y ARGUMENTACIÓN TEÓRICA DE RESULTADOS.	40
	4.1.1 <i>Resultados del análisis de la situación actual de la red mediante Epanet.</i>	41
	4.1.2 <i>Solución.</i>	52
4.2	CONCLUSIONES.	54
4.3	RECOMENDACIONES.	55
	ANEXOS.	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población y familias de la parroquia.	21
Tabla 2. Formula de perdida de carga para tubería llena.	34
Tabla 3. Coeficiente de rugosidad para tuberías.	35
Tabla 4. Coeficiente de pérdidas menores.	36
Tabla 5. Tasas de crecimiento poblacional.	42
Tabla 6. Niveles de Servicio para Sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.	43
Tabla 7. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.	45
Tabla 8. Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de Sistemas de abastecimiento de agua potable.	45
Tabla 9. Especificación de los nodos y tuberías de la Red de la Parroquia El Retiro	47
Tabla 10. Continuación de especificación de los nodos y tuberías de la Red de la Parroquia El Retiro.	48
Tabla 11. Continuación de especificación de los nodos y tuberías de la Red de la Parroquia El Retiro.	49
Tabla 12. Nudos del Sistema.	50
Tabla 13. Variación Horaria de la Demanda.	51
Tabla 14. Presión en el nudo 73 medido con manómetro.	65
Tabla 15. Resultados del nudo 73 en el Sitio Guarumal 1 mediante EPANET.	65
Tabla 16. Presión en el nudo 59 y 65 medido con manómetro.	66
Tabla 17. Resultados del nudo 59 y 65 en el Sitio San Vicente mediante EPANET66	66
Tabla 18. Presión en el nudo 51 y 29 medido con manómetro.	67
Tabla 19. Resultados del nudo 51 y 29 en el Sitio El Recreo mediante EPANET.	67
Tabla 20. Presión en los nudos 6, 11, 13, 24 medido con manómetro.	68
Tabla 21. Resultados del nudo 6, 11, 13, 24 en el Sitio El Retiro mediante EPANET68	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de los Sitios	18
Figura 2. Equipo Ecológico productor de Hipoclorito de Sodio	21
Figura 3. Tanque Elevado	22
Figura 4. Entrevista con la directiva de la Junta Parroquial El Retiro	39
Figura 5. Ubicación de las tuberías mediante GPS, sitio San Vicente y El Recreo.	39
Figura 6. Encuesta para identificar conexiones	40
Figura 7. Distribución de usuarios en la red.	51
Figura 8. Conexiones y tuberías de la red de agua existente.	52
Figura 9. Unidades a emplear en la simulación	53
Figura 10. Datos de las tuberías	53
Figura 11. Datos de las conexiones	53
Figura 12. Datos del embalse.	54
Figura 13. Análisis de los datos.	54
Figura 14. Análisis de datos	54
Figura 15. Simulación exitosa	55
Figura 16. Seleccione patrón de tiempo	55
Figura 17. Coeficiente por hora	56
Figura 18. Medición de la presión con manómetro en el tanque elevado.	56
Figura 19. Esqueletización de la red.	57
Figura 20. Resultado de la presión de nudo en una hora de mayor demanda 10:00 am.	58
Figura 21. Continuación Resultado de la presión de nudo en una hora de mayor demanda 10:00 am	59
Figura 22. Continuación Resultado de la presión de nudo en una hora de mayor demanda 10:00 am	60
Figura 23. Resultados en la tubería en una hora de mayor demanda 10:00 am	61
Figura 24. Continuación Resultados en la tubería en una hora de mayor demanda	

10:00 am	62
Figura 25. Continuación Resultados en la tubería en una hora de mayor demanda	
10:00 am	63
Figura 26. Curva de la presión en el punto más desfavorable del Sitio Guarumal 1.	
	64
Figura 27. Curva de la presión en los puntos más desfavorables del Sitio San Vicente	
	66
Figura 28. Curva de la presión en los puntos más desfavorables del Sitio El Recreo	
	67
Figura 29. Curva de la presión en los puntos más desfavorables del centro de El Retiro	
	68
Figura 30. Tramo de la tubería donde se reemplazó el diámetro.	68
Figura 31. Contorno de presión a las 10:00 am antes de reemplazar la tubería.	69
Figura 32. Contorno de presión a las 10:00 am después de reemplazar la tubería de 90 mm.	69

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO.

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.

MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL RETIRO, CANTÓN MACHALA, PROVINCIA EL ORO.

1.2. DEFINICIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.

1.2.1. *Reseña histórica.*

La Parroquia El Retiro constaba como comuna de la parroquia El Cambio del Cantón Machala, cuya aspiración era de constituirse en parroquia, por lo cual el 6 de octubre de 1986 en la escuela "9 de mayo" se reúnen en asamblea general los moradores, designando como director de asamblea al Prof. Luis Antonio Aguilar y secretario al Prof. Hernán Velasco, para formar el comité de Parroquialización. Este comité realizó todos los trámites pertinentes para lograr su objetivo, lo cual se ve cristalizado en el año 1988, que mediante acuerdo ministerial el 27 de abril de 1988, publicado en el registro oficial Nro. 923 se eleva a la categoría de parroquia rural.

1.2.2. *Ubicación y extensión.*

La Parroquia El Retiro está ubicada en el sector meridional del Cantón Machala, tiene una superficie de 127 Km², y se encuentra a 17.5 km., de distancia a la ciudad de Machala.

Figura 1. Ubicación de los Sitios



Fuente: Google Earth Pro

1.2.3. *Límites.*

Al Norte: con Machala y la Parroquia El Cambio,

Al Sur: con el Cantón Santa Rosa,

Al Este: con las parroquias La Victoria y Buenavista; y

Al Oeste: con el Archipiélago de Jambelí

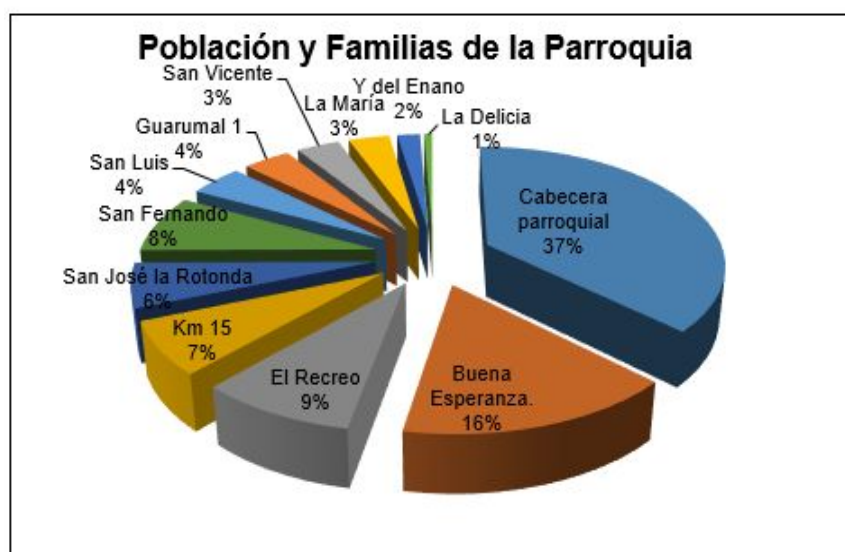
1.2.4. *División política administrativa.*

La Parroquia El Retiro consta de su Cabecera Parroquial y 11 sitios, como son La Delicia, La Rotonda-San José, Guarumal 1, Buena Esperanza, El Recreo, San Vicente, San Fernando, San Luis, Km 15, Y del Enano y La María.

1.2.5. *Población y familias.*

Según el censo del INEC 2010 la parroquia El Retiro cuenta con una población de 4.367 habitantes de los cuales el 55% son hombres y 45% corresponden a mujeres, políticamente y administrativamente está dividido por la cabecera parroquial de nombre El Retiro y 11 sitios, aunque para la ejecución de este proyecto me enfocare en la población de la cabecera parroquial que cuenta con un número de 1.621 habitantes, El Recreo con 391 habitantes, San Vicente con 151 habitantes y Guarumal 1 con 166 habitantes, dando un total de 2.329 habitantes. Para una mejor ilustración se detalla el siguiente diagrama y se anexa la lista del número de habitantes que pertenecen a cada sitio:

Gráfico 1. Población y Familias



Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial de El Retiro.

Elaboración: El autor.

Tabla 1. Población y familias de la parroquia

Lugar	No. de familias	Sexo		Total	%
		Hombres	Mujeres		
Cabecera parroquial	380	852	769	1621	37
Buena Esperanza.	140	401	289	690	16
El Recreo	120	202	189	391	9
Km 15	85	182	126	308	7
San José la Rotonda	80	160	100	260	6
San Fernando	55	200	140	340	8
San Luis	53	93	94	187	4
Guarumal 1	41	89	77	166	4
San Vicente	38	76	75	151	3
La María	35	71	73	144	3
Y del Enano	14	35	45	80	2
La Delicia	8	20	9	29	1
TOTAL	1049	2381	1986	4367	100

Fuente: Plan de Desarrollo Estratégico parroquial de El Retiro.

Elaboración: El autor.

1.2.6. Fuente de abastecimiento.

La comunidad de la Parroquia El Retiro, desde sus inicios como comuna se ha visto en la necesidad de perforar y construir un pozo profundo para captar el agua de vertientes

subterráneas, actualmente el tercer y único pozo tiene 7 años que abastece de agua potable a los habitantes esta fuente de captación está ubicada en la cabecera parroquial de El Retiro.

En la actualidad el pozo tiene un diámetro de 304,80 milímetros con una profundidad de 95 m., donde se encuentra una bomba sumergible marca Franklin con una potencia de 20 HP, cuyo diámetro de la tubería es de 101,60 milímetros, ubicada a 35 metros de profundidad.

Este líquido vital pasa por un proceso de desinfección con cloro que se realiza colocando 3 kilos de sal y 90 litros de agua puestos en un Equipo Ecológico productor de Hipoclorito de Sodio ajustado a un tiempo de 24 horas, este se inyecta automáticamente por una tubería de 12.5 milímetros conectado a la tubería del tanque elevado cuando se enciende la bomba sumergible para captar el agua al tanque.

Dimensiones del tanque elevado de hormigón armado:

Altura: 4 m

Diámetro: 4 m

Área: 12.57 m²



Figura 2. Equipo Ecológico productor de Hipoclorito de Sodio

Una vez realizado este procedimiento sube al tanque elevado ubicado a 20 metros de altura, por medio de una tubería de PVC con un diámetro de 90 milímetros; y para distribuirla a la población baja por una tubería de 110 milímetros de diámetro. Las dimensiones del tanque son de 4 metros de alto con un diámetro de 4 metros, la limpieza del tanque se la realiza cada 3 meses.



Figura 3. Tanque Elevado

La mayor parte de las familias se proveen de este servicio pagan por su consumo a la Junta de Agua Potable, la base de 12 metros cúbicos por mes cuyo valor es de 2 dólares, el excedente por cada metro cúbico cuesta 0.20 centavos por cada uno, las familias usan el agua para el consumo doméstico.

1.2.6. Red de distribución

El sistema de distribución existente fue construido en el año 1986, el cual tiene una longitud total de 12615.03 metros, desglosándose de la siguiente manera:

- Longitud de 841.91 metros con tubería de 110 milímetros.
- Longitud de 19.30 metros con tubería de 90 milímetros.
- Longitud de 5039.08 metros con tubería de 63 milímetros.
- Longitud de 6048.32 metros con tubería de 50 milímetros.
- Longitud de 666.42 metros con tubería de 32 milímetros

Las conducciones cruzan por Bananeras, vías de acceso y por la vía principal. La red de distribución existente cuenta con tapones, codos, tee y reductores de tuberías y en la actualidad es manejado de forma administrativa y operativa por la Junta Administradora de Agua potable.

1.2.7. Contextualización.

“En la actualidad, el problema de la escasez de agua a nivel mundial se ha convertido en parte primordial de las preocupaciones de gobiernos y organizaciones mundiales, ya que para la humanidad es imprescindible conservar este vital líquido para preservar la vida en la tierra” [1].

En México y en todos los países existen sectores con redes de distribución de agua, pero a medida que la comunidad crece, estos habitantes se organizan para colocar un tubo principal del cual se pudieran derivar las tomas hacia cada domicilio, es decir prácticamente las redes de distribución de las comunidades fueron construidas por los propios habitantes [2].

El abastecimiento del agua en Ecuador es un problema muy serio, aunque el país tenga un promedio de precipitación anual de 1,200 milímetros. La desigual distribución de precipitación y de población son las principales razones de los problemas de abastecimiento de agua del país. Menos del 3 por ciento del agua es utilizada para uso doméstico. La mayoría del agua utilizada para propósitos domésticos provienen de fuentes superficiales. En áreas rurales existe una gran necesidad de sistemas de abastecimiento de agua doméstica, especialmente a lo largo de la costa y dentro de las áreas abatidas por sequías tales como las provincias de Loja, Manabí y El Oro [3].

Nuestro país se abastece de agua mediante elementos naturales como: aguas superficiales (ríos, lagos, lagunas humedales, nevados, glaciares y caídas naturales); Aguas subterráneas; Acuíferos; Las fuentes de agua(las nacientes de los ríos y de sus afluentes manantiales); Los cauces naturales; Las riberas; La conformación geomorfológica de las cuencas hidrográficas, y de sus desembocaduras; Los humedales marinos costeros y aguas costeras; y Las aguas procedentes de la desalinización de agua de mar. De acuerdo a la **Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua**, según Registro Oficial Nro. 305, publicada en el Segundo Suplemento, el 6 de agosto del 2014, **Artículo 10.- Dominio hídrico público** [4].

En las últimas décadas se han realizado avances importantes en la modelación matemática de redes de distribución de agua. Existen ahora sistemas computacionales (software) de libre acceso, como Epanet (Rossman, 2002), o comerciales, como

InfoWorks, (Innovyze, 2015), y otros (MAPAS), que permiten introducir la red completa (incluyendo red secundaria) en un ambiente gráfico [5].

Estos modelos de redes de distribución de agua potable, fueron creados en países desarrollados donde el servicio del agua es continuo y la demanda de agua se satisface todo el tiempo, es por eso que la modelación depende de la demanda, es decir, si la demanda de agua es fija, el modelo obtiene las presiones de la red en función de la demanda dada. El objetivo de este programa matemático es brindar resultados para diseñar un sistema de agua potable nuevo, o diseñar la rehabilitación del existente, estos resultados que se obtiene mediante la simulación fortalecerá a la red de distribución de agua potable y mucho más le dará realce a la administración de la junta de agua potable al mostrarse preocupado por el diseño [6].

Para el análisis de las redes de distribución existentes es necesario conocer las variables que intervienen en la modelación, estas se clasifican en variables hidráulicas y topológicas.

Las variables hidráulicas se calculan a través de la modelación matemática y estas son:

- Presiones en los nudos
- Caudales en los tubos
- Caudal de fuga en los nudos
- Altura de la fuente de captación
- Demanda de caudal

Las variables topológicas son las que describen la topología de la red y son:

- Nudo inicial y final de cada tubo
- Coordenadas X,Y de cada nudo
- Rugosidad en los tubos
- Diámetro de los tubos
- Longitudes de los tubos

Para efectuar la simulación de la red de distribución de agua potable, es necesario tener el apoyo de las autoridades que faciliten la información adecuada y la colaboración de los habitantes para cualquier inquietud en esta investigación.

1.3. HECHOS DE INTERÉS.

“La problemática del agua en el mundo está interconectada climática y económicamente. El 97.5% es salada, 2.24% es dulce y solo 1% está disponible en ríos, lagos y acuíferos para el consumo humano. 113000 km³ de agua, se precipitan anualmente. En el mundo, 7100 km³ se evaporan, 42000 km³ regresa a los océanos y se filtra a los acuíferos. Anualmente, el 70% entre 9000 y 14000 km³ mantienen los ecosistemas y solo 4200 km³ (30%) está disponible para irrigación, industria (23%) y uso doméstico (8%)” [7].

La privatización del suministro de agua ha afectado a millones de personas, en este caso a personas de escasos recursos económicos, se inició en América Latina en la década de 1990, y se ha extendido a muchos países de África y Asia, según el ex presidente la Unión Soviética supo comentar que el agua no es un privilegio sino un derecho, pero en nuestra ciudad lastimosamente no se puede dar este gusto siendo que la ciudad se extiende y el agua tiene que ser potabilizada para su distribución [8].

Desde el punto de vista hidráulico, en la ciudad de Yopal perteneciente al país Colombia y de otras ciudades de diferentes países, como Ecuador el agua subterránea es vulnerabilidad a los impactos humanos y/o naturales, produciendo la contaminación en los acuíferos que presenta la zona saturada, como resultado de su retención física y la reacción química con los contaminantes [9].

En la ciudad de México existen pozos, donde el agua subterránea presenta gran cantidad de amebas, esto se debe a que el acuífero en donde están situados los pozos es de tipo semiconfinado y no fracturado, por lo que no presenta mayor filtración. Algunos pozos se encuentran en zonas no pavimentadas, el agua de escurrimiento que se infiltra no alcanza al acuífero por lo tanto no llega los contaminantes, La presencia de las amebas en el agua de pozos se puede decir que es a causa de las actividades de la agricultura, la ganadería y establecimiento de asentamientos humanos carentes de adecuados servicios sanitarios y las condiciones deficientes de las tuberías del sistema de drenaje, que da lugar a fugas de agua residual hacia el subsuelo, lo que convierte a los drenajes, en una fuente potencial de contaminación de los acuíferos [10].

Para tratar el agua pasa por un proceso de desinfección con cloro, es el más utilizado en el planeta, debido a que permite remover o neutralizar diferentes agentes patógenos como bacterias, virus y protozoarios los cuales han demostrado científicamente que son causantes de enfermedades que afectan seriamente la salud [11].

Para una junta de agua potable el trabajo es de campo y no de oficina, entre las actividades está la extracción de aguas subterráneas por medios de pozos profundos equipados con bombas eléctricas o entubar el agua de un manantial; clorar o potabilizar; distribuir el agua mediante un sistema de red y tanques de almacenamiento; mantener y restituir la infraestructura de la red y equipos; instalar o suspender la conexión; y realizar mediciones periódicas del agua que se consume para calcular el cobro; sin esta operación no se llevará a cabo el funcionamiento de la junta [12].

Las poblaciones rurales han creado sistemas de abastecimientos de agua potable autónomos a partir de organizaciones comunitarias ya existentes que se encargan de la administración y del mantenimiento de los sistemas de agua potable. Existen más de 80.000 organizaciones formales quienes entregan agua potable a más de 40 millones de personas, entre ellas, Las Juntas de Agua y Comités de Desarrollo Comunitario de El Salvador, las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales de Panamá, las Asociaciones de Acueductos Comunales de Costa-Rica, las Juntas administradoras de Agua Potable de Ecuador, o las comunidades de agua de Venezuela forman una alternativa a sistemas municipales y públicos. Sin embargo en México, Honduras, Colombia, Perú, Bolivia, Paraguay, Nicaragua y República Dominicana los sistemas comunitarios, coexisten con sistemas privados, públicos o municipales. Mientras tanto en Chile, los comités y cooperativas de Agua Potable Rural representan una alternativa a la privatización de zonas urbanas. Las organizaciones comunitarias son organizaciones sin fines de lucro, conformadas por los habitantes de una localidad rural, cuyo objetivo es abastecer en agua potable a sus miembros, respetando los criterios de calidad, continuidad y asequibilidad del servicio [13].

En muchos lugares de diversos países en los últimos años se ha invertido en la mejora de las redes de distribución con el empleo de materiales de mayor calidad y resistencia. Se han instalado válvulas de corte y de sectorización, para el sistema de

fugas de agua. La sectorización es la división de la red en unidades de gestión más reducidas para facilitar la realización de análisis locales y constantes sobre el caudal y la presión del agua y con ello la detección de fugas, el propósito de este punto es conocer realmente cual es el consumo que presenta cada individuo previo a su cobro [14].

Los factores considerados en la influencia de fallos en una red de distribución son: tipo de material, presión hidrostática, edad de la tubería, historial de fugas, medio ambiente, tipo de unión y continuidad en la operación [15].

Todos los modelos de distribución de flujo poseen un cierto grado para aumentar el conocimiento. Este puede funcionar o no, para mejorar la redundancia en una red ya que el diseño de una red incluye el efecto de varios parámetros, además, la mejoría en confiabilidad puede no alcanzar el nivel deseado [16].

Algunos especialistas en redes de distribución de agua, mencionan que al existir una red de agua estos pueden presentar daños en las tuberías relacionados con el tipo de material, las fluctuaciones de presión debidas al funcionamiento hidráulico del sistema, elevada edad del agua, prácticas inadecuadas en la reparación y reposición de componentes del sistema de distribución de agua, elevado porcentaje de pérdidas en el sistema que incrementan el índice de agua no contabilizada, la ausencia de información sistematizada sobre el comportamiento del mismo, fallas humanas (falta de capacitación, supervisión, conciencia del concepto del aseguramiento de la calidad del agua, compromiso del personal operativo y administrativo) la corrosión interna y externa de los elementos del sistema (tuberías, estructuras, equipos, válvulas). Gran parte de estos eventos peligrosos también han sido identificados por otros estudios como críticos por ser los más comunes y prioritarios en el sistema [17].

La tasa de variación anual de la cobertura de agua potable y la tasa de crecimiento de la población en la ciudad de México o en cualquier parte de este país es la misma, el agua potable es menor a la tasa de crecimiento poblacional, lo cual se explica por la ley de los rendimientos decrecientes, es decir que el crecimiento del agua potable es menor, pero seguirá creciendo la población[18].

Las juntas de agua potable, han existido en las comunidades a lo largo de la historia, en este caso en el país de México las diversas legislaciones en torno a la centralización o descentralización del agua han propiciado que el reconocimiento de las juntas de agua potable se haga en algunos periodos y en otros no. En la legislación Mexicana, desde la Constitución hasta las Leyes Orgánicas Municipales, pasando por la Ley de Aguas Nacionales, no se reconoce la existencia de las juntas de agua potable. No obstante, estas organizaciones existen y distribuyen el recurso [19].

Revisada la **Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua**, según Registro Oficial Nro. 305, publicada en el Segundo Suplemento, el 6 de agosto del 2014, **Artículo 44.-** Deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable, considero como parte fundamental al ítem 2. **Rehabilitar, operar y mantener la infraestructura para la prestación de los servicios de agua potable;** por lo que se interpreta que la junta de agua potable es la responsable directa de dar un buen funcionamiento al sistema de distribución del líquido vital [4].

Los sectores que he considerado para mi trabajo de titulación comprende la cabecera de la parroquia El Retiro y los sitios El Recreo, San Vicente y Guarumal 1, son lugares que se encuentran distantes, uno tras otro, durante el recorrido a estos sitios pude observar que la red de abastecimiento que distribuye el agua potable pasa por bananeras y vías de acceso a estos sitios, en las bananeras las tuberías se encuentran en la superficie causando que el individuo intencionalmente fisure y rompa la red provocando fugas de agua; en las vías de acceso las tuberías no se encuentran a profundidad de la superficie, que al momento de circular un camión pesado (lleno de frutas) puede producir la rotura de la tubería interrumpir el cruce del agua.

Los moradores de la parroquia El Retiro aducen que el agua potable no abastece continuamente a los sectores como Guarumal 1 y parte del sitio el Recreo, alegando que la red de agua potable fue construida hace 30 años aproximadamente, causando que las tuberías se rompan fácilmente. Además la administración de la junta parroquial El Retiro supo indicar verbalmente que la comunidad ha ido crecimiento poblacionalmente a medida que pasan los años, ya sea por las nuevas familias que se procrean del mismo sitio, por familias que llegan a vivir de otros lugares y por el incremento de trabajadores; lo que ha ocasiona que la junta de agua potable tome las

medidas pertinentes como instalar conexiones a nuevos domicilios, produciendo que la presión que existe en la red disminuya.

Al no efectuar la modelación hidráulica a la red de agua potable de la parroquia El Retiro, no se establecerían si los caudales y las presiones son suficientes para abastecer a la población, si hay zonas de baja y alta presión; y si existen sectores que no llega agua, siendo una herramienta de investigación que mejora nuestro conocimiento sobre el movimiento y los componentes que presenta la red; logrando conseguir resultados que ayudaría a plantear soluciones.

Según las Normas de diseño para Sistemas de abastecimiento de Agua Potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, establece que para un sistema de distribución la presión dinámica mínima será de 7 mca (metros de columna de agua), la presión dinámica máxima de 30 m y la presión estática máxima 40 m. La velocidad mínima es de 0.45 m/seg. y la velocidad máxima depende del material de la tubería, se recomienda que no exceda a 6 m/seg. [20].

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. *Objetivo General:*

- ❖ Realizar la modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la Parroquia El Retiro, del cantón Machala, Provincia El Oro.

1.4.2. *Objetivos Específicos:*

- ❖ Recopilar la información de campo necesaria para el estudio técnico.
- ❖ Evaluar el funcionamiento hidráulico de la red de distribución, mediante la aplicación de un modelo hidráulico EPANET 2.0.
- ❖ Plantear soluciones para mejorar el sistema de la red de agua potable.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICA DEL ESTUDIO.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO DE REFERENCIA.

La epistemología o filosofía de la ciencia, es la rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su resultado.

“Situación epistemológica en relación entre la matemática y la ingeniería; la matemática en áreas de ingeniería, es una disciplina fundamental porque caracteriza a las ciencias de la ingeniería como científicas, también, permite pronosticar comportamientos, ayuda a optimizar diseños y recursos, minimizar errores, realizar cálculos teóricos en vez de cálculos prácticos y con ello ahorrar tiempo y recursos, también proporciona mayor precisión al análisis de un problema de ingeniería, es uno de los medios que permite al ingeniero desarrollar un espíritu científico (amor a la verdad) y un criterio analítico y crítico (con fundamentación y argumentación); esta situación implica un enfoque específico en los procesos de formación del ingeniero [21]. En general, la epistemología se refiere a la forma en que las personas conocen lo que saben, incluyendo suposiciones respecto de la naturaleza del conocimiento, y la “realidad”, así como sobre los procedimientos y herramientas para conocer [22]”.

“Los criterios epistemológicos se sistematizan en dos variables: uno de tipo gnoseológico, referido a las convicciones acerca de la fuente del conocimiento, simplificada está a su vez en dos valores: empirismo/racionalismo; y otro de tipo ontológico, referido a las convicciones acerca de las relaciones del sujeto con la realidad, derivando de ella también dos valores: idealismo/realismo [23]”.

“El cruce de estos, proporciona cuatro enfoques epistemológicos: el enfoque empirista-realista (mediciones, experimentaciones, inducción controlada), el enfoque empirista-idealista (etnografía, diseños de convivencia, inducción reflexiva), el enfoque racionalista-realista (abstracciones, sistemas lógico-matemáticos, deducción controlada) y el enfoque racionalista-idealista (interpretaciones libres, lenguajes amplios, argumentación reflexiva) [23]”.

De los enfoques epistemológicos enunciados, el que se relaciona a este trabajo de investigación es el enfoque racionalista-realista, debido a que se efectúa una evaluación al funcionamiento hidráulico, mediante la utilización de un modelo matemático aplicado al sistema de simulación, a través de esta aplicación podremos identificar la variación que existe con la red actual y los resultados obtenidos del programa, y así plantear soluciones.

2.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

Para conocimiento trataremos algunos conceptos, argumentos, y normas con el fin de obtener un mayor entendimiento de la investigación:

2.2.1 *Recurso hídrico.*

El agua es una de las sustancias más abundantes del planeta; sólo la que se halla contenida en los océanos y mares, cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre. A esta enorme masa líquida se suman además las aguas subterráneas, así como la contenida en el suelo, ríos, lagos y en la propia atmósfera [24].

2.2.2 *Red de distribución.*

La red de distribución es el conjunto de tuberías y accesorios que permiten llevar el agua desde el tanque de distribución hasta la toma domiciliaria. La finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, industrial, comercial y para otras condiciones como incendios, etcétera [25].

Redes de distribución de agua representa una parte importante de la inversión en infraestructura y se considera un componente crítico de las obras públicas. El objetivo de diseñar sistemas de distribución es para suministrar agua potable para todas las áreas de satisfacción de demandas de diseño y presión [26].

Las redes de distribución de agua pueden ser: redes abiertas o ramificadas y redes cerradas o malladas; también existen redes mixtas o combinadas.

2.2.3 *Redes tipo Abierto.*

Este tipo de red ramificada es que, ante la falla o rotura de alguna de las tuberías que la conforman, se tendrá que afectar (dejar sin servicio) a todos los usuarios que estén

atendidos desde las tuberías aguas abajo de la rotura, mientras se realiza la reparación necesaria.

2.2.4 *Redes tipo Cerradas.*

Este tipo de red mallada es que, ante la posible rotura de alguna de sus tuberías, se logrará afectar a menor cantidad de usuarios, al establecerse rutas alternas al flujo a través de las mallas que conforman a la red.

2.2.5 *Redes Mixtas.*

Este tipo de red en parrilla es la combinación de la red cerrada y abierta, es decir tiene tubería principal cerrada con ramales abiertos. Para evaluar una red de tuberías, se debe garantizar que se cumplan las ecuaciones de conservación de la masa en cada uno de los nodos de la red y la ecuación de conservación de la energía en cada uno de los circuitos de esta [27].

2.2.6 *Tramo.*

Longitud de una tubería que une dos puntos, punto inicial y punto final.

2.2.7 *Nodo.*

Es el punto de unión de las tuberías.

2.2.8 *Fugas.*

Las fugas en las tuberías usualmente se dan por ruptura y cuando se desconecta la tubería de un nudo. En los modelos de diseño, en el manejo de la demanda, las fugas usualmente se agregan a la demanda de los usuarios o se establece un multiplicador general para incrementar dicha demanda [6].

2.2.9 *Software Epanet.*

Es un programa de ordenador que permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión, está conformada por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses [25].

2.2.10 Pérdida de carga en tuberías.

La pérdida de carga de una tubería se origina por la fricción del agua que circula por ella. Existen tres fórmulas diferentes para calcular la fricción.

- ❑ Darcy-Weisbach (para todo tipo de líquidos y regímenes)
- ❑ Hazen-Williams (sólo para agua)
- ❑ Chezy-Manning (para canales y tuberías de gran diámetro)

La fórmula de Darcy-Weisbach es una de la fórmula más exacta para cálculos hidráulicos, se puede utilizar para calcular la pérdida de carga en tuberías, Hazen-Williams calcula sólo para agua, pero con flujo turbulento), Chezy-Manning esta fórmula se la utiliza para canales y tuberías de gran diámetro.

En este proyecto se aplicará la fórmula de Darcy-Weisbach porque es aplicable para todo tipo de líquido y regímenes, además que los diámetros que tiene la red existente son pequeños. La fórmula que se emplea para el cálculo es:

Fórmula 1. Fórmula para el cálculo de pérdida de carga

$$h_L = A Q^B$$

Dónde:

- h_L = pérdidas de carga (m)
- ϵ = coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach
- d = diámetro de la tubería (mm)
- L = longitud de la tubería (m)
- Q = caudal (m^3/s)

Tabla 2. Coeficiente de rugosidad para tuberías

Fórmula	Coeficiente de Resistencia (A)	Exponente de Caudal (B)
Hazen-Williams	$10,674 * C^{-1.852} * d^{-4.871} * L$	1,852
Darcy-Weisbach	$0.0827 * f(\epsilon, d, Q) * d^{-5} * L$	2
Chezy-Manning	$10.294 * n^2 * d^{-5.33} * L$	2

Fuente: Manual de EPANET

Donde:

C = coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

ε = coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)

f = factor de fricción (depende de ε , d, Q)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

d = diámetro de la tubería (m)

L = longitud de la tubería (m)

Q = caudal (m³/s)

El factor de fricción f es adimensional este depende de la rugosidad de las tuberías (ε) y del número de Reynolds (Re).

2.2.1 Coeficiente de rugosidad.

La rugosidad se define al espesor de material que se aplica a las tuberías y del estado de las paredes de las mismas.

Tabla 3. Coeficiente de rugosidad para tuberías

Material	Darcy-Weisbach ε (mm)
PVC y PE	0.0025
Fibrocemento	0.025
Fundición revestida	0.03
Fundición no revestida	0.15
Hormigón armado	0.1
Hormigón liso	0.025

Fuente: Manual de EPANET

El coeficiente de rugosidad es de 0.0025 mm porque las tuberías existentes son de PVC y para la fórmula a utilizar que es la de Darcy-Weisbach.

2.2.1 Pérdidas menores.

Las pérdidas menores se dan cuando existe turbulencia del líquido cuando este cambia de dirección debido a que en la red de distribución existen codos, tee, reductores de tubería, etc.

Fórmula 2. Fórmula para el cálculo de pérdidas menores

$$h_L = k (V^2/2g)$$

Donde:

k = coeficiente de pérdidas menores.

V = velocidad del flujo (m/s)

g = aceleración de la gravedad

Tabla 4. Coeficiente de pérdidas menores

Accesorios	Coeficiente de pérdidas
Válvula de Globo, totalmente abierta	10
Válvula de Angulo, totalmente abierta	5
Válvula de Retención de Clapeta, totalmente abierta	2.5
Válvula de compuerta, totalmente abierta	0.2
Codo de radio pequeño	0.9
Codo de radio mediano	0.8
Codo de radio grande	0.6
Codo a 45°	0.4
Codo cerrado con inversión de flujo	2.2
Tee estándar – dirección de paso	0.6
Tee estándar – dirección de desvió	1.8
Salida recta	0.5
Salida brusca	1

Fuente: Manual de EPANET

2.2.1 *Conexión domiciliaria.*

Se coloca una conexión para cada vivienda, la tubería por lo general es de 12.5 mm hasta 75 mm, esta red va colocada perpendicularmente a la red matriz.

2.2.2 *Tanque.*

Es un depósito para almacenar agua con una capacidad limitada construido sobre una estructura de soporte

2.2.3 *Bomba de agua.*

Es un componente esencial para hacer circular el líquido vital hacia un lugar de almacenamiento

2.2.4 *Consumos máximos.*

El consumo es el volumen de agua utilizado por una persona o una comunidad en un día y se expresa por lo general en litros por habitante y por día (L/hab. x día). [28].

2.2.5 *Sistemas de abastecimiento de agua potable.*

La finalidad de un sistema de distribución es de abastecer el líquido vital a cada uno de los habitantes de una comunidad ya sea en cantidad y calidad desde la fuente de abastecimiento hasta cada una de las viviendas de la comunidad.

2.2.6 *Conducción.*

Se llama línea de conducción al conjunto integrado de tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento, hasta un solo sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

2.2.7 *Pérdidas aparentes de agua en sistemas con depósitos intradomiciliarias.*

Actualmente, las pérdidas de agua en los sistemas de distribución de agua se clasifican en: reales y aparentes. Las reales son las pérdidas físicas del líquido vital, es decir, el volumen perdido a través de todos los tipos de fugas, roturas y desbordamientos. Las pérdidas aparentes consisten en los consumos no autorizados (robo o uso ilegal) [6].

2.2.8 *Envejecimiento de tuberías, efecto del tiempo en la rugosidad de las tuberías.*

El envejecimiento de las tuberías de agua es el conjunto de procesos naturales físicos, químicos y biológicos que sobrevienen con el paso del tiempo. El rediseño de las tuberías comprende todas las medidas posibles de prevención, mantenimiento y corrección en busca de mantener o volver a sus condiciones iniciales en miras de optimizar el aprovechamiento del recurso. Las causas más importantes del envejecimiento de una tubería son: la corrosión y la incrustación.

Estudios han demostrado que la rugosidad aumenta con el paso de los años, lo que ocasiona que el transporte de agua de las tuberías vaya disminuyendo.

CAPÍTULO III

PROCESO METODOLÓGICO.

3.1 DISEÑO O TRADICIÓN DE INVESTIGACIÓN SELECCIONADA.

El diseño que se ha seleccionado para esta investigación es el método cualitativo y cuantitativo. Se escogió este diseño debido a que los datos obtenidos son medidos estadística y analíticamente para una mejor interpretación del proyecto.

Este método investigativo nos permite obtener la recopilación de información real de datos que presenta la red que distribuye el agua potable al sitio. La ventaja que tiene este estudio es que la modelación da resultados aceptables para una red de distribución.

3.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN.

Para realizar la recopilación de datos y proceder al análisis del proyecto, se tuvo que solicitar ayuda a la administración de la junta parroquial, al GAD. Municipal de Machala y a las fuentes de investigación científicas obtenidas en las páginas web.

3.2.1 Entrevista con la directiva de la Junta Parroquial El Retiro.

Para conocer el perímetro del lugar a realizar mi proyecto, me entreviste con el Presidente del Gobierno Parroquial de El Retiro el 25 de mayo del presente año, al cual le manifesté sobre el tema de tesis “Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Retiro, Cantón Machala, Provincia El Oro, por lo que considere la cabecera parroquial El Retiro y los sitios El Recreo, San Vicente y Guarumal 1, para el proyecto de estudio ya que el sistema de distribución abastece a todos estos sitios.

El Ing. Humberto Pineda Ramón, presidente del Gobierno parroquial El Retiro, no tuvo ningún inconveniente en que realice el estudio, y me comunicó que parte de los miembros de la Junta me colaborará con toda la información que esté a su alcance, para ello asignó al Ing. Pablo Zuma, al Sr. Francisco Jimbo y a la Sra. Blanche Cruz, secretaria, para que me faciliten con lo que necesite.



Figura 4. Entrevista con la directiva de la Junta Parroquial El Retiro

3.2.2 Estudios complementarios-Visita al sitio.

En coordinación con el Sr. Francisco Jimbo se procedió a identificar y conocer el área destinada para el proyecto, Además que el sector tiene una topografía plana, durante el recorrido se identificó por donde se encuentra trazada la red de distribución de agua potable y los accesorios (codos, tapones, tee), longitudes y diámetros de las tuberías que la conforman. Como ciertos tramos de las tuberías pasan por bananeras se tuvo nuevamente que coordinar con el Sr. Francisco Jimbo, para acercarse a estos puntos y tomar las coordenadas mediante la utilización de un GPS. También se tomó coordenadas en puntos fijos de cada sitio.



Figura 5. Ubicación de las tuberías mediante GPS, sitio San Vicente y El Recreo.

3.2.3 Encuesta:

Mediante trabajo de campo se realizó una encuesta a la cabecera de la parroquia El Retiro y los sitios El Recreo, San Vicente y Guarumal 1, para conocer a nombre de quien se encuentra registrada la conexión de agua potable, que presenta cada domicilio.



Figura 6. Encuesta para identificar conexión

3.2.4 Consumo de agua potable.

Para obtener esta información la junta de agua potable me facilitó los archivos físicos, donde se tuvo que revisar y tomar los datos de los consumos mensuales de agua que presenta cada domicilio, durante un periodo de 6 meses.

3.2.5 Peticiones en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Machala.

Para este proyecto se tuvo que solicitar los planos al GAD. Municipal de Machala, favorablemente la Subdirección de Regulación Urbano ayudo con el plano digital de la cabecera parroquial El Retiro y la proyección del sitio Guarumal 1, la Subdirección de Proyecto ayudó con el plano digital del sitio El Recreo y la Subdirección de Régimen Urbanístico de la Propiedad en base a una actualización catastral ayudo con el plano digital del sitio San Vicente.

3.2.6 Trazo de la red.

Se procedió a realizar trabajo de oficina en el programa AutoCAD, en el que se tuvo que enlazar los planos mediante las coordenadas que se tomó durante la visita y diseñar la red de agua potable existente donde se ubica los accesorios (codos,

reductores, tapones, tee), longitudes, diámetros de las tuberías; y el consumo que presenta cada terreno.

3.2.7 Área de aportación.

Para las áreas de aportación se procedió a determinar los nudos en la red de distribución de agua potable y trazar en el plano figuras geométricas como trapecios, rectángulos, etc., tratando de lograr equidad en la repartición de áreas, el área considerada es de 42.01 hectáreas.

3.2.8 Población futura.

Para un estudio y diseño de una red de agua potable se considera el cálculo de la población futura. Para la cual se emplea el método geométrico.

Fórmula 3. Fórmula para el cálculo de la población futura

$$Pf = Pa * (1+r)^n$$

En donde:

Pf: Población futura (habitantes)

Pa: Población actual (habitantes)

r: Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal

n: Período de diseño (años)

Según la norma rural las obras civiles de los sistemas de agua potable, se diseñarán para un periodo de 20 años.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomará como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales del 2010 del sitio a estudiar.

Tabla 5. Población y Tasas de crecimiento intercensal del 2010

Código	Nombre de parroquia	2010			2001			Tasa de Crecimiento Anual 2001-2010		
		Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
	Nacional	7,177,683	7,305,816	14,483,499	6,018,353	6,138,255	12,156,608	1.96%	1.93%	1.95%
70151	EL CAMBIO									
70152	EL RETIRO	2,381	1,985	4,366	2,156	1,690	3,846	1.10%	1.79%	1.41%
70250	ARENILLAS	11,057	10,269	21,326	9,162	8,537	17,699	2.09%	2.05%	2.07%

Fuente: Censo INEC 2010

$$Pf = Pa * (1+r)^n$$
$$Pf = 2329 (1+0.0141)^{20}$$
$$Pf = 3082 \text{ hab.}$$

La población que tendremos para el año 2037 será de 3082 habitantes de la población El Retiro que se abastece de la red existente.

3.2.9 *Densidad poblacional.*

La Densidad Poblacional del proyecto es directamente proporcional a la relación de las siguientes magnitudes: Población Futura y Área de Aportación.

Fórmula 4. Fórmula Densidad Poblacional

$$Dp = PF / AD$$

Dónde:

Dp = Densidad Poblacional

PF = Población Futura = 3082 hab.

AD = Área de diseño (aportación) = 42.01 Ha.

Dp = 3082 hab. / 42.01 Ha.

Dp = 73.77 hab. / Ha.

3.2.10 Niveles de Servicio

TABLA 6. Niveles de Servicio para Sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada: AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquidos		

Fuente: INEN 5 Parte 9.2:1997

3.2.11 Dotación básica.

A continuación se presentan las dotaciones correspondientes a los diferentes niveles de servicio, tomaremos en consideración que el consumo de agua en la gran mayoría de los casos se destinará únicamente a satisfacer necesidades de carácter doméstico y hay más de un grifo por casa, los valores de esta dotación dependen de algunos factores como son: clima, nivel servicio y además si se trata de una zona rural, según la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable.

Tabla 7. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/hab*día)	CLIMA CALIDO (l/hab*día)
Nivel Ia:	25	30
Nivel Ib:	50	65
Nivel IIa:	60	85
Nivel IIb:	75	100

Fuente: INEN 5 Parte 9.2:1997

3.2.12 Caudal Medio.

El caudal medio se lo calculará con la siguiente ecuación.

Fórmula 5. Fórmula Consumo Medio Anual Diario

$$Q_m = f \times (P \times D) / 86400$$

En donde:

Q_m = Caudal medio (l/s)

f = Factor de fugas

P = Población al final del período de diseño

D = Dotación futura (l/hab x día)

Tabla 8. Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de Sistemas de abastecimiento de agua potable.

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

Fuente: INEN 5 Parte 9.2:1997

$$Q_m = f \times (P \times D) / 86400$$

$$Q_m = 20\% \times (3082 \times 100) / 86400$$

$$Q_m = 4.284 \text{ lts/seg}$$

3.2.13 Caudal Máximo Diario (QMD)

se lo calculará con la ecuación:

Fórmula 6. Fórmula Consumo Máximo Diario

$$QMD = KMD \times Qm$$

$$QMD = 1.25 \times 4.284$$

$$QMD = 5.36 \text{ lts/seg}$$

En donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

KMD= Factor de mayoración máximo diario

El factor de mayoración máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio.

3.2.14 Consumo Máximo Horario.

Fórmula 6. Fórmula Consumo Máximo Horario

$$QMH = KMH \times Qm$$

$$QMH = 3 \times 4.284$$

$$QMH = 12.852 \text{ lts/seg}$$

En donde:

QMH= Caudal máximo horario (l/s)

KMH= Factor de mayoración máximo horario

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

3.2.15 Memoria Técnica

En este punto se presentan los nudos establecidos en la red de distribución con los datos necesarios para la modelación.

Tabla 9. Especificación de los nodos y tuberías de la Red de la Parroquia El Retiro

TRAMOS ENTRE NUDOS						
ID DE NUDOS	TRAMO DE TUBERIA		LONGITUD (m)	DIAMETRO		MATERIAL
	DE NUDO	A NUDO		NOMINAL (mm)	INTERIOR (mm)	
1	1	2	256.43	63	59.00	PVC
2	2	3	126.35	63	59.00	PVC
3	3	4	125.08	63	59.00	PVC
3.1	3	13	68.84	63	59.00	PVC
4	4	5	43.75	63	59.00	PVC
5	5	6	338.01	63	59.00	PVC
6	6	7	100.82	50	47.00	PVC
7	TAPON NO SE PROYECTA	AL NUDO 8		63	59.00	PVC
8	4	8	65.72	50	47.00	PVC
9	8	9	237.02	50	47.00	PVC
10	6	10	75.10	50	47.00	PVC
10.1	10	10.1	26.17	50	47.00	PVC
10.2	10.1	10.2	59.50	50	47.00	PVC
11	10	11	31.95	50	47.00	PVC
12	11	12	353.90	50	47.00	PVC
12.1	12	5	74.49	32	29.60	PVC
13	12	13	170.19	50	47.00	PVC
14	13	14	181.87	63	59.00	PVC
15	2	15	52.85	63	59.00	PVC
16	15	16	13.66	63	59.00	PVC
17	16	17	87.17	63	59.00	PVC
18	17	18	43.25	63	59.00	PVC
19	17	19	68.10	63	59.00	PVC
20	19	20	94.42	63	59.00	PVC
21	16	21	83.95	63	59.00	PVC
22	21	22	73.75	63	59.00	PVC
23	22	23	161.62	63	59.00	PVC
24	21	24	132.09	63	59.00	PVC
25	18	25	374.00	63	59.00	PVC
26	25	26	852.70	50	47.00	PVC
27	26	27	99.15	50	47.00	PVC
27.1	27	28	202.21	50	47.00	PVC
28.1	28	29	164.61	50	47.00	PVC
29	29	29.1	110.76	50	47.00	PVC
29.2	29	30	64.65	50	47.00	PVC
30	27	30	431.47	50	47.00	PVC

Tabla 10. Continuación de especificación de los nodos y tuberías de la Red de la Parroquia El Retiro.

TRAMOS ENTRE NUDOS						
ID DE NUDOS	TRAMO DE TUBERIA		LONGITUD (m)	DIAMETRO		MATERIAL
	DE NUDO	A NUDO		NOMINAL (mm)	INTERIOR (mm)	
31	30	31	132.05	50	47.00	PVC
32	31	32	139.76	50	47.00	PVC
33	32	33	51.73	63	59.00	PVC
33.1	33	33.1	50.95	50	47.00	PVC
33.2	33.1	33.2	28.76	50	47.00	PVC
34	33	34	126.38	63	59.00	PVC
35	34	35	159.52	63	59.00	PVC
36	34	36	39.39	50	47.00	PVC
37	36	37	37.78	50	47.00	PVC
38	37	38	59.91	32	29.60	PVC
39	36	39	47.36	50	47.00	PVC
40	40.1	40	138.02	110	103.20	PVC
41	40	41	678.78	110	103.20	PVC
42	41	42	1164.72	63	59.00	PVC
43	42	43	73.02	63	59.00	PVC
44	43	44	16.70	63	59.00	PVC
45	44	45	13.40	50	47.00	PVC
46	45	46	28.47	50	47.00	PVC
47	46	47	44.21	50	47.00	PVC
48	46	48	82.87	50	47.00	PVC
49	48	49	40.90	50	47.00	PVC
50	48	50	42.25	50	47.00	PVC
51	45	51	28.10	50	47.00	PVC
51.1	51	51.1	82.19	50	47.00	PVC
52	51	52	105.12	50	47.00	PVC
53	25	53	109.14	63	59.00	PVC
54	53	54	19.10	63	59.00	PVC
55	54	55	717.53	63	59.00	PVC
56	55	56	10.78	63	59.00	PVC
57	56	57	58.50	63	59.00	PVC
58	57	58	25.63	63	59.00	PVC
59	58	59	32.02	63	59.00	PVC
60	59	60	149.12	63	59.00	PVC

Tabla 11. Continuación de especificación de los nodos y tuberías de la Red de la Parroquia El Retiro

TRAMOS ENTRE NUDOS						
ID DE NUDOS	TRAMO DE TUBERIA		LONGITUD (m)	DIAMETRO		MATERIAL
	DE NUDO	A NUDO		NOMINAL (mm)	INTERIOR (mm)	
61	60	61	33.24	50	47.00	PVC
61.1	61	61.1	14.48	50	47.00	PVC
62	61.1	62	11.20	50	47.00	PVC
63	62	63	50.00	50	47.00	PVC
64	63	64	36.10	50	47.00	PVC
65	62	65	30.02	50	47.00	PVC
66	65	66	214.28	50	47.00	PVC
67	66	67	181.03	50	47.00	PVC
68	67	68	11.66	50	47.00	PVC
69	68	69	164.54	50	47.00	PVC
70	69	70	96.51	50	47.00	PVC
71	68	71	196.82	50	47.00	PVC
72	71	72	16.97	50	47.00	PVC
73	72	73	902.05	50	47.00	PVC
74	73	74	99.94	50	47.00	PVC
75	59	75	502.41	32	29.60	PVC
76	75	76	29.61	32	29.60	PVC
77	15	77	14.95	110	103.20	PVC
77.1	77	40.1	10.16	110	103.20	PVC
77.2	78	77	10.3	90	84.40	PVC
78	78	79	9	90	84.40	PVC

Tabla 12. Nudos del Sistema.

CAUDAL DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LOS SITIOS EL RECREO, SAN VICENTE, GUARUMAL 1 Y EL CENTRO DE LA PARROQUIA EL RETIRO						
TRAMOS ENTRE NUDOS						
ID DE NUDOS	COTA DE TERRENO	AREA BENEFICIADA (HAS)	POBLACION PARCIAL (HAB.)	CAUDAL POR NUDO Q (LTS/SEG)	AREAS DE APORTACION (m2)	HAS 0.0001
1	10.00	1.46	109.10	0.2176	14609.6	1.46
2	9.00	1.34	100.35	0.1342	13438.59	1.34
3	7.00	1.85	138.46	0.1646	18541.81	1.85
4	8.00	1.30	96.84	0.106	12968.04	1.30
5	8.00	3.08	230.27	0.2646	30836.68	3.08
6	10.00	2.69	200.99	0.1388	26915.2	2.69
11	9.00	4.33	323.05	0.1202	43260.72	4.33
12	9.00	2.33	174.02	0.2115	23303.82	2.33
13	7.00	1.57	117.47	0.1655	15730.86	1.57
17	9.00	1.16	86.32	0.1736	11559.55	1.16
19	7.00	1.24	92.70	0.1446	12413.66	1.24
21	11.00	1.06	78.79	0.2358	10550.65	1.06
23	9.00	1.22	91.29	0.1571	12225.1	1.22
24	9.00	0.60	44.87	0.1126	6008.54	0.60
28	9.00	2.62	195.50	0.198	26179.41	2.62
33	11.00	2.93	219.17	0.1677	29349.85	2.93
46	12.00	4.72	352.43	0.1838	47195.41	4.72
60	10.00	2.34	174.70	0.2194	23394.85	2.34
68	11.00	1.45	108.54	0.0605	14534.41	1.45
73	13.00	2.71	202.14	0.0281	27068.85	2.71
TOTALES		42.01	3137.00	3.2042	420085.60	42.01

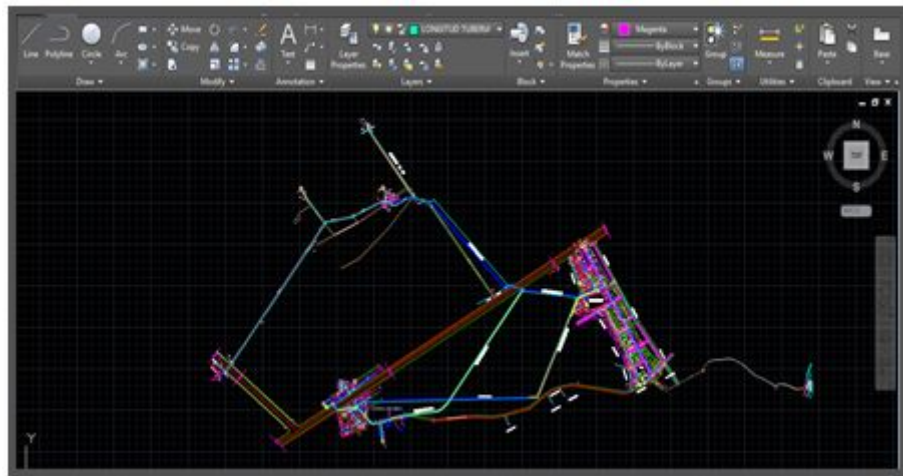
3.2.16 *Análisis de lo investigado.*

En el presente estudio, se utilizará el software EPANET para evaluar el diseño de una red de agua potable existente, para poder determinar si el sistema de distribución abastece a toda la comunidad, y mediante los resultados obtenidos dar las soluciones.

3.2.17 *Modelación de la Red mediante el programa EPANET.*

Ya obtenida toda la toda la información pertinente, en AUTOCAD se procedió a colocar la conexión de medidor a cada uno de los usuarios abastecidos por el agua, el consumo de cada usuario en l/s, se fue asignando la numeración en cada nudo de la tubería, cotas del sector, el diámetro en milímetros y longitudes de tuberías de nudo a nudo en metros.

Figura 7. Distribución de usuarios en la red



Fuente: AUTOCAD.

Elaboración: El Autor.

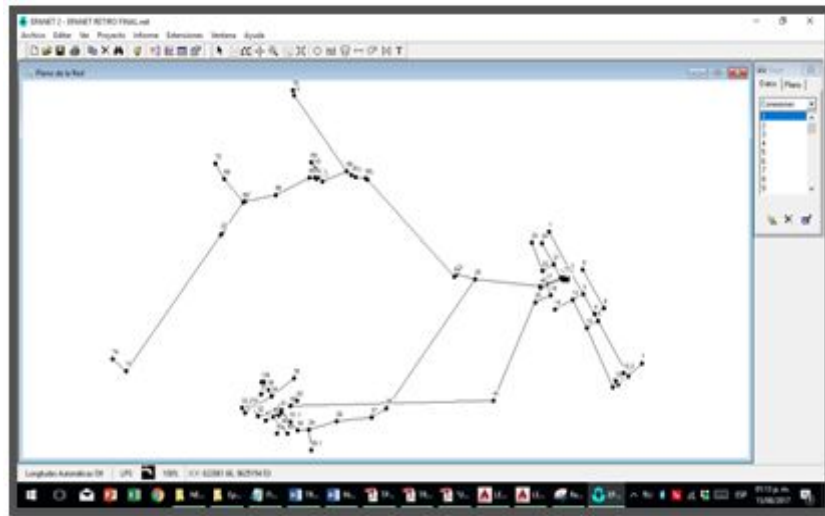
3.2.18 *Análisis de la Red en un Régimen Permanente*

Una vez obtenida la actual red de distribución de agua potable de la parroquia El Retiro mediante un formato de texto, donde contiene las etiquetas ID, las coordenadas de los nudos en el plano, los nudos finales de las líneas se procede a transferir esta información a EPANET.

Los nudos o conexiones exigen su cota, y la demanda base “la demanda base es el consumo que existe en ese nudo”.

Se debe de conocer el tipo y material de tubería se está tratando, en el caso de las tuberías metálicas demandan más fricción, son más costosas y tienden a reducir su diámetro, en relación a las tuberías plásticas, estas tienen bajo costo, son más lisas, pero lo que se debe de especificar es su diámetro interno y su rugosidad. La rugosidad depende de qué fórmula se utiliza para calcular hidráulicamente el sistema, ya sea por Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning, además del tiempo de uso de dicha tubería.

Figura 8. Abrir archivo tabulado desde bloc notas

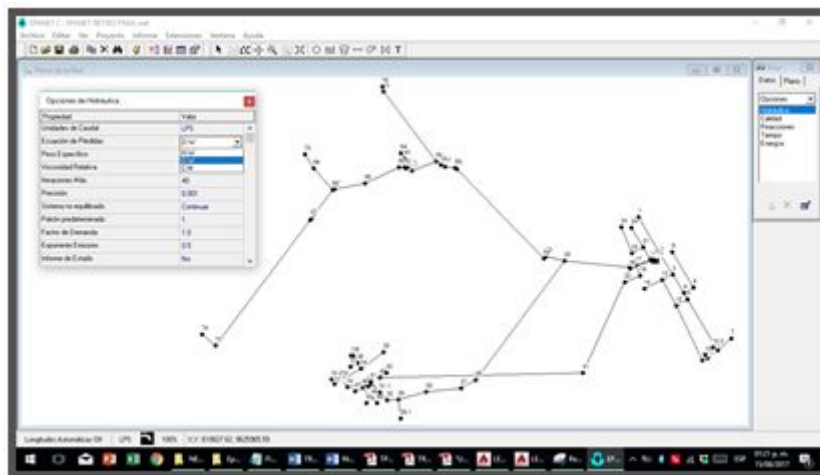


Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Una vez que se tiene la red en el programa, se selecciona opciones de hidráulica y se asigna las unidades de caudal que para este caso serán LPS (litros por segundo), seleccionamos la ecuación de pérdidas D-W (Darcy-Weisbach)

Figura 9. Unidades y formula a emplear en la simulación



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Luego se procede a verificar los datos en las conexiones (coordenada, número de nudo, cota y demanda) y en las tuberías (nudo inicial y final, longitud, diámetro, rugosidad) si están correctamente colocados con los datos que se tiene en la tabla de Excel.

Figura 10. Datos de las Conexiones o Nudos



Propiedad	Valor
ID Conexión	1
Coordenada X	620925.00
Coordenada Y	9626225.00
Descripción	
Etiqueta	
Cota	6.20
Demanda Base	0.2176
Patrón de Demanda	
Categoría de Demanda	1
Coef. Enlace	
Cantidad Inicial	

Fuente: EPANET 2.0.

Elaboración: El Autor.

Figura 11. Datos de las tuberías.



Propiedad	Valor
Nudo Inicial	1
Nudo Final	2
Descripción	
Etiqueta	
Longitud	256.43
Diámetro	63
Rugosidad	0.0025
Coef. de Pérdidas	0
Estado Inicial	Abrto
Coef. Flujo	
Coef. Pared	

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 12. Datos del Embalse.



Propiedad	Valor
Coordenada-X	621015.00
Coordenada-Y	9625971.00
Descripción	
Etiqueta	
Altura Total	20
Patrón de Altura	
Calidad Inicial	
Fuente de Calidad	

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Una vez verificados todos los datos en la red, se procede a analizarlos, para ello el programa posee dos opciones por el cual podemos realizarlo:


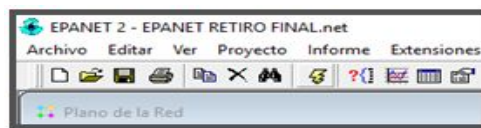
1.- Dar clic  para iniciar análisis.

Figura 13. Análisis de los datos.

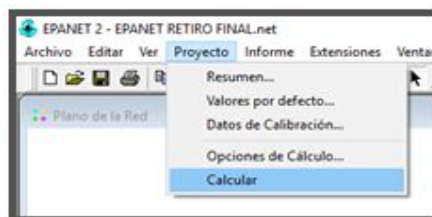


Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

2.- Dar clic en proyecto a la opción calcular

Figura 14. Análisis de los datos.

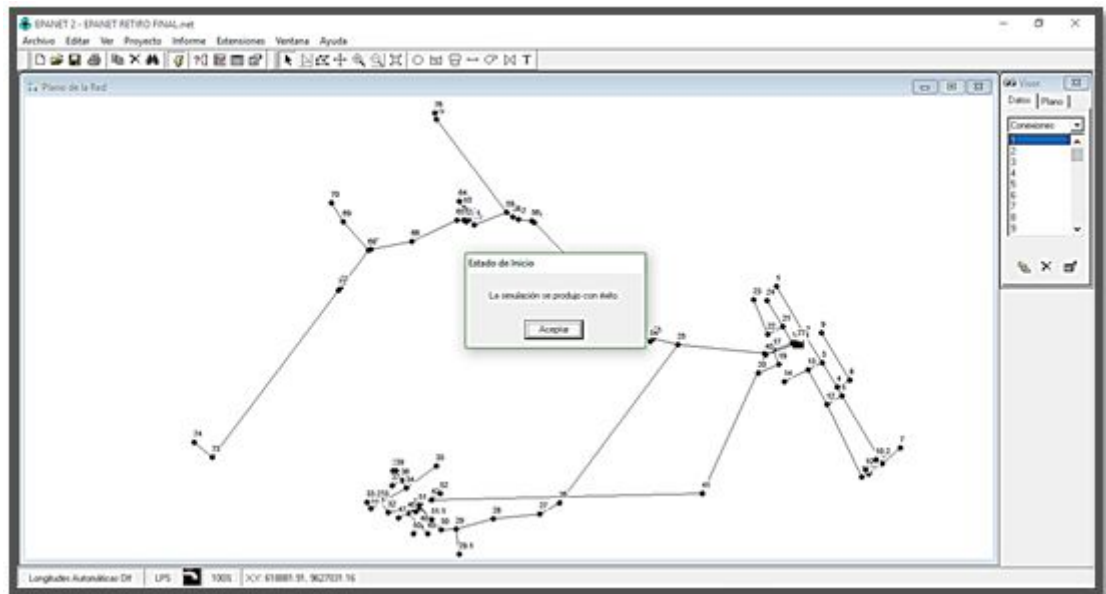


Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Una vez obtenidos los datos se procede realizar la simulación en el programa, el cual nos indicó que la simulación se realizó con éxito.

Figura 15. Análisis de los datos.



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

3.2.19 Análisis de la Red en Período Extendido

El tiempo de período extendido es asignado, de acuerdo a los datos tomados en el embalse cada hora; para ello se ingresa la información en el patrón de tiempos, seleccionando la categoría patrones, luego dar clic en editar y se creará el patrón 1, en el cual debemos de colocar los coeficientes de demanda a cada hora, la demanda se la obtuvo del caudal a cada hora en un periodo de 24:00 horas, del cual se sacó un promedio para obtener el coeficiente que es el resultado del caudal de cada hora por el caudal promedio.

Figura 16. Seleccione Patrón de tiempo.



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 17. Coeficiente por hora.



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

3.3 SISTEMA DE CATEGORIZACIÓN EN EL ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Una vez tenida la simulación hidráulica, nuevamente mediante un trabajo de campo se realiza el control de presiones mediante la utilización de un manómetro, en el sitio donde se tomó 10 lecturas en diferentes puntos de los sectores a efectuarse el proyecto para corroborar la presión que se tiene con los resultados obtenidos de la modelación.



Figura 18. Medición de la presión con manómetro

Con los datos obtenidos en el campo del consumo horario, procedemos a realizar el cuadro de multiplicadores, para colocarlos en el patrón de tiempo.

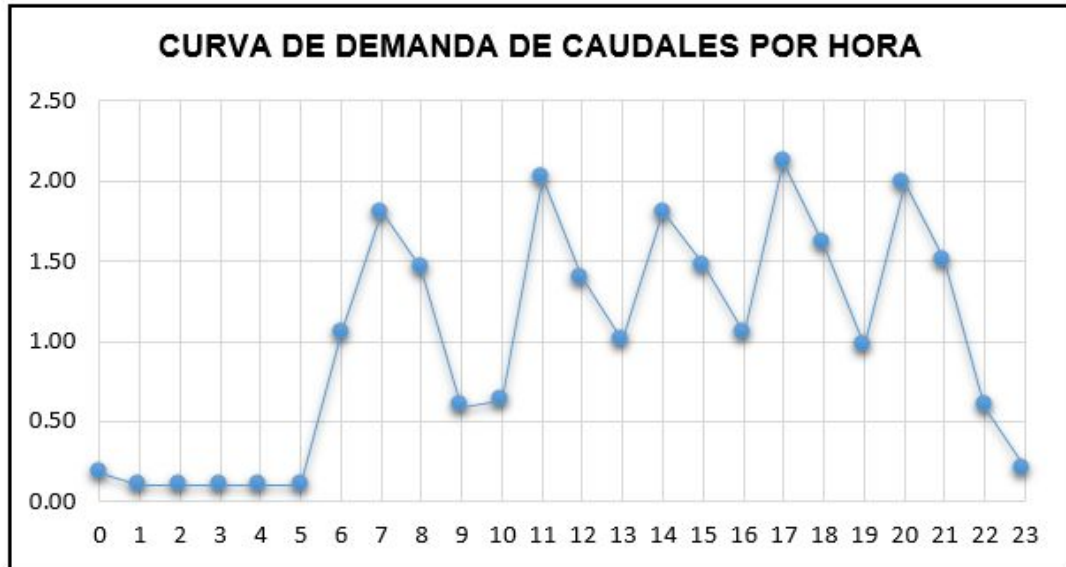
Tabla 13. Variación Horaria de la Demanda.

	CONSUMO HORARIO	MULTIPLICADOR
0	6.29	0.17
1	3.77	0.10
2	3.77	0.10
3	3.77	0.10
4	3.77	0.10
5	3.77	0.10
6	37.71	1.05
7	65.35	1.81
8	52.79	1.46
9	21.37	0.59
10	22.63	0.63
11	72.89	2.02
12	50.69	1.40
13	36.45	1.01
14	65.35	1.81
15	53.21	1.47
16	37.71	1.05
17	76.66	2.12
18	57.81	1.60
19	35.20	0.98
20	71.64	1.99
21	54.46	1.51
22	21.37	0.59
23	7.54	0.21
TOTAL CONSUMO DIARIO	865.97	24.00
PROMEDIO (m ³ /día)	36.08	1.00

Fuente: Trabajo de campo

Elaboración: El Autor.

Gráfico 2. Curva de Variación Horaria de la Demanda.



Fuente: Trabajo de campo

Elaboración: El Autor.

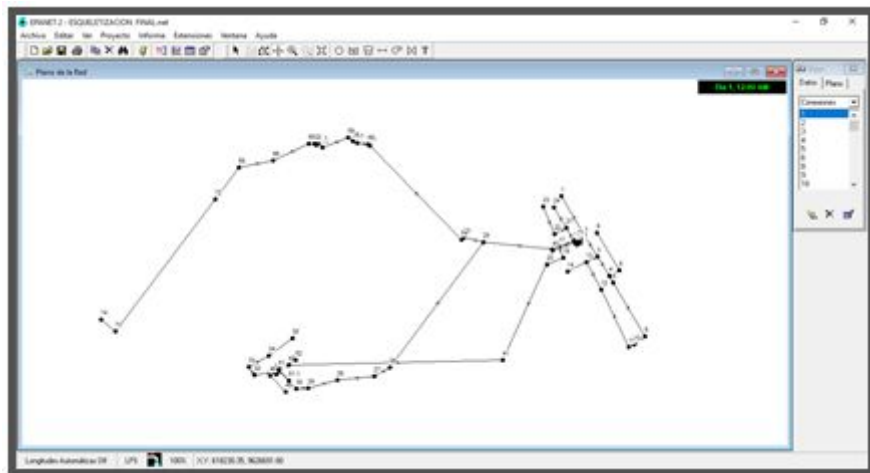
CAPÍTULO IV

RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1. DESCRIPCIÓN Y ARGUMENTACIÓN TEÓRICA DE RESULTADOS.

Una vez realizada la simulación de la red de distribución, procedemos a comparar la presión que nos proporciona el programa y las presiones tomadas en el campo mediante la utilización de un manómetro, lo cual no dio resultados equitativos, esto se debe a que en algunos domicilios de los diferentes sectores los medidores no se encuentran funcionando con normalidad, por la antigüedad del sistema de distribución, la topología de la red. Para ello se realizó la esqueletización de la red simplificando los tramos más pequeños y sustituyendo por nudos de consumo. Esto ayudará a que no existan caudales pequeños y la presión disminuya.

Figura 19. Esqueletización de la red



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

4.1.1 *Resultados del análisis de la situación actual de la red mediante Epanet.*

Una vez realizado la esqueletización de la red se puede observar las presiones no se encuentran dentro del rango de las normas establecidas. Los datos que se han tomado son la presión en un una hora de mayor demanda a las 12:00 del día.

Figura 20. Resultado de la presión de nudo en una hora de mayor demanda 10:00 am.

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m	Cloro mg/l
Conexión 1	10	0.44	10.56	0.00
Conexión 2	9	0.27	11.75	0.00
Conexión 3	7	0.33	12.00	0.00
Conexión 4	8	0.21	10.52	0.00
Conexión 5	8	0.53	10.41	0.00
Conexión 6	10	0.28	8.21	0.00
Conexión 8	8	0.00	10.52	0.00
Conexión 9	10	0.00	8.52	0.00
Conexión 10	9	0.00	9.20	0.00
Conexión 11	9	0.24	9.20	0.00
Conexión 12	9	0.43	9.28	0.00
Conexión 13	7	0.33	11.83	0.00
Conexión 14	6	0.00	12.83	0.00
Conexión 15	9	0.00	12.92	0.00
Conexión 16	9	0.00	12.63	0.00
Conexión 17	9	0.35	11.73	0.00
Conexión 18	9	0.00	11.51	0.00
Conexión 19	7	0.29	13.71	0.00
Conexión 20	8	0.00	12.71	0.00
Conexión 21	11	0.48	10.37	0.00
Conexión 22	10	0.00	11.34	0.00
Conexión 23	9	0.32	12.27	0.00
Conexión 24	9	0.23	12.34	0.00
Conexión 25	9	0.00	9.58	0.00

Longitudes Automáticas Off LPS 100% X,Y: 618488.26, 9626535.70

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 21. Continuación Resultado de la presión de nudo en una hora de mayor demanda 10:00 am.

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m	Cloro mg/l
Conexión 26	9	0.00	5.14	0.00
Conexión 27	9	0.00	4.63	0.00
Conexión 28	9	0.40	4.27	0.00
Conexión 29	9	0.00	4.20	0.00
Conexión 30	9	0.00	4.17	0.00
Conexión 31	11	0.00	1.99	0.00
Conexión 32	11	0.00	1.81	0.00
Conexión 33	11	0.00	1.78	0.00
Conexión 34	11	0.34	1.72	0.00
Conexión 35	11	0.00	1.72	0.00
Conexión 40	9	0.00	12.99	0.00
Conexión 40.1	8	0.00	14.00	0.00
Conexión 41	9	0.00	12.97	0.00
Conexión 42	10	0.00	11.35	0.00
Conexión 43	11	0.00	10.31	0.00
Conexión 44	12	0.00	9.30	0.00
Conexión 45	11	0.00	10.28	0.00
Conexión 46	12	0.00	9.28	0.00
Conexión 49	11	0.00	10.28	0.00
Conexión 51	11	0.37	10.21	0.00
Conexión 52	10	0.00	11.21	0.00
Conexión 53	8	0.00	10.44	0.00
Conexión 54	8	0.00	10.41	0.00
Conexión 55	10	0.00	7.48	0.00

Longitudes Automáticas Off LPS 100% X,Y: 618488.26, 9626535.70

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 22. Continuación Resultado de la presión de nudo en una hora de mayor demanda 10:00 am.

EPANET 2 - ESQUELETIZACION FINAL - copia.net - [Tabla de Red - Nudos en 10:00 Hrs]				
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda				
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m	Cloro mg/l
Conexión 44	12	0.00	9.30	0.00
Conexión 45	11	0.00	10.28	0.00
Conexión 46	12	0.00	9.28	0.00
Conexión 49	11	0.00	10.28	0.00
Conexión 51	11	0.37	10.21	0.00
Conexión 52	10	0.00	11.21	0.00
Conexión 53	8	0.00	10.44	0.00
Conexión 54	8	0.00	10.41	0.00
Conexión 55	10	0.00	7.48	0.00
Conexión 56	10	0.00	7.46	0.00
Conexión 57	10	0.00	7.39	0.00
Conexión 58	10	0.00	7.35	0.00
Conexión 59	10	0.00	7.31	0.00
Conexión 60	10	0.44	7.12	0.00
Conexión 61	10	0.00	7.10	0.00
Conexión 61.1	10	0.00	7.10	0.00
Conexión 62	10	0.00	7.09	0.00
Conexión 65	10	0.00	7.08	0.00
Conexión 66	11	0.00	5.98	0.00
Conexión 68	11	0.12	5.90	0.00
Conexión 72	12	0.00	4.89	0.00
Conexión 73	13	0.06	3.84	0.00
Conexión 74	13	0.00	3.84	0.00
Conexión 51.1	11	0.00	10.21	0.00

Longitudes Automáticas Off LPS 100% X,Y: 618488.26, 9626535.70

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 23. Resultados en la tubería en una hora de mayor demanda 10:00 am.

EPANET 2 - ESQUELETIZACION FINAL - copia.net - [Tabla de Red - Líneas en 10:00 Hrs]					
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda					
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unít. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería 1	-0.44	0.16	0.71	0.032	Abierto
Tubería 2	2.37	0.87	13.86	0.021	Abierto
Tubería 3	1.14	0.42	3.77	0.025	Abierto
Tubería 4	0.93	0.34	2.61	0.026	Abierto
Tubería 5	0.39	0.14	0.58	0.033	Abierto
Tubería 8	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 9	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 10	0.11	0.06	0.14	0.032	Abierto
Tubería 11	0.11	0.06	0.14	0.032	Abierto
Tubería 12	-0.13	0.08	0.24	0.039	Abierto
Tubería 13	-0.56	0.32	3.19	0.028	Abierto
Tubería 14	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 15	-3.08	1.13	22.26	0.020	Abierto
Tubería 16	3.02	1.11	21.59	0.020	Abierto
Tubería 17	2.00	0.73	10.29	0.022	Abierto
Tubería 19	0.29	0.11	0.35	0.036	Abierto
Tubería 20	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 21	1.02	0.37	3.10	0.026	Abierto
Tubería 22	0.32	0.12	0.41	0.035	Abierto
Tubería 23	0.32	0.12	0.41	0.035	Abierto
Tubería 24	0.23	0.08	0.23	0.039	Abierto
Tubería 25	1.36	0.50	5.16	0.024	Abierto
Tubería 26	0.74	0.43	5.20	0.026	Abierto
Tubería 27	0.74	0.43	5.20	0.026	Abierto

Longitudes Automáticas Off LPS 100% X,Y: 618498.26, 9626535.70

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 24. Continuación. Resultados en la tubería en una hora de mayor demanda 10:00 am.

EPANET 2 - ESQUELETIZACION FINAL - copia.net - [Tabla de Red - Líneas en 10:00 Hrs]					
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda					
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería 31	0.34	0.20	1.33	0.032	Abierto
Tubería 32	0.34	0.20	1.33	0.032	Abierto
Tubería 33	0.34	0.12	0.45	0.034	Abierto
Tubería 34	0.34	0.12	0.45	0.034	Abierto
Tubería 35	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 40	0.37	0.04	0.04	0.039	Abierto
Tubería 41	0.37	0.04	0.04	0.039	Abierto
Tubería 42	0.37	0.14	0.53	0.033	Abierto
Tubería 43	0.37	0.14	0.53	0.033	Abierto
Tubería 44	0.37	0.14	0.53	0.033	Abierto
Tubería 45	0.37	0.21	1.56	0.031	Abierto
Tubería 46	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 51	0.37	0.21	1.56	0.031	Abierto
Tubería 52	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 53	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 54	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 55	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 56	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 57	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 58	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 59	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 60	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 61	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto
Tubería 61.1	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto

Longitudes Automáticas Off LPS 100% X,Y: 618488.26, 9626535.70

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 25. Continuación. Resultados en la tubería en una hora de mayor demanda 10:00 am.

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería 56	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 57	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 58	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 59	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 60	0.62	0.23	1.30	0.029	Abierto
Tubería 61	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto
Tubería 61.1	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto
Tubería 62	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto
Tubería 65	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto
Tubería 66	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto
Tubería 73	0.06	0.03	0.05	0.043	Abierto
Tubería 74	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 77	-6.10	0.73	5.13	0.020	Abierto
Tubería 77.1	0.37	0.04	0.04	0.039	Abierto
Tubería 27.1	0.74	0.27	1.76	0.028	Abierto
Tubería 28.1	0.34	0.12	0.45	0.034	Abierto
Tubería 29.2	0.34	0.12	0.45	0.034	Abierto
Tubería 51.1	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 18	1.36	0.50	5.16	0.024	Abierto
Tubería 3.1	0.89	0.33	2.45	0.027	Abierto
Tubería 46.1	0.00	0.00	0.00	0.000	Abierto
Tubería 68.1	0.06	0.03	0.05	0.043	Abierto
Tubería 6	0.18	0.10	0.45	0.039	Abierto

Longitudes Automáticas Off LPS 100% X,Y: 618488.26, 9626535.70

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

En el cuadro de las tuberías se pudo observar los caudales y sus velocidades de flujo que recorren en una hora de mayor demanda.

Los valores negativos que se pueden observar son las tuberías donde no se encuentra mayor demanda de agua y con movimientos leves.

Presión en los puntos más desfavorables.

Tabla 14. Presión en el nudo 73 medido con manómetro.

GUARUMAL 1	
NUDO 73	
Hora	Presión (m)
09:00	0
11:00	0
13:00	0
15:00	0

Tabla 15. Resultados del nudo 73 en el Sitio Guarumal 1 mediante EPANET

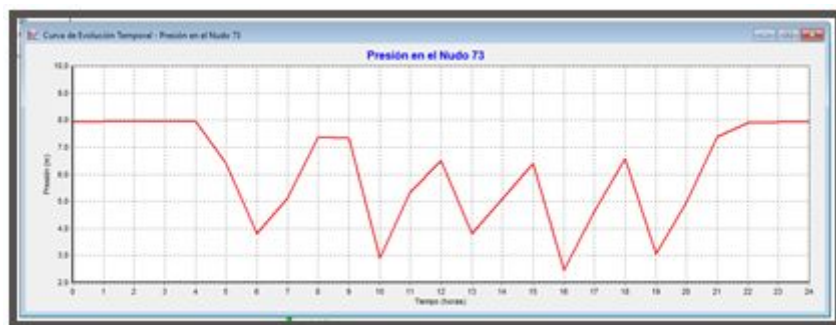
GUARUMAL 1	
NUDO 73	
Hora	Presión (m)
09:00	7.32
11:00	5.33
13:00	3.80
15:00	6.40

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Ilustración 26. Curva de la presión en los punto más desfavorable del Sitio Guarumal

1



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

En el Sitio Guarumal 1 no hay presión manométrica debido a que existe un tramo largo de tubería comprendido en una longitud de 3.266 km desde el tanque elevado hasta el sitio mencionado, dentro del cual pueden existir fugas, conexiones clandestinas ya que esta tubería atraviesa zonas agrícolas. El Epanet nos arroja datos de presión en el sitio debido que al momento de ingresar los valores se coloca el consumo por nudo y el programa simula los datos dados.

Tabla 16. Presión en el nudo 59 y 65 medido con manómetro.

SAN VICENTE		
	NUDO 59	NUDO 65
Hora	Presión (m)	Presión (m)
09:00	7.00	6.00
11:00	5.00	5.00
13:00	5.00	5.00
15:00	6.00	6.00

Tabla 17. Resultados del nudo 59 y 65 en el Sitio San Vicente mediante EPANET

SAN VICENTE		
	NUDO 59	NUDO 65
Hora	Presión (m)	Presión (m)
09:00	10.39	10.36
11:00	8.57	8.45
13:00	7.20	7.00
15:00	9.53	9.46

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 27. Curva de la presión en los puntos más desfavorables del Sitio San Vicente



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

En el Sitio San Vicente la presión manométrica y la presión que nos da el programa no se asemejan debido a que este sitio se encuentra alejado del tanque de abastecimiento comprendiendo un tramo de tubería de longitud de 2.05 km.

Tabla 18. Presión en el nudo 51 y 29 medido con manómetro.

EL RECREO		
	NUDO 51	NUDO 29
Hora	Presión (m)	Presión (m)
10:00	7.00	5.00
12:00	6.00	6.00
14:00	7.00	5.00
16:00	6.00	3.00

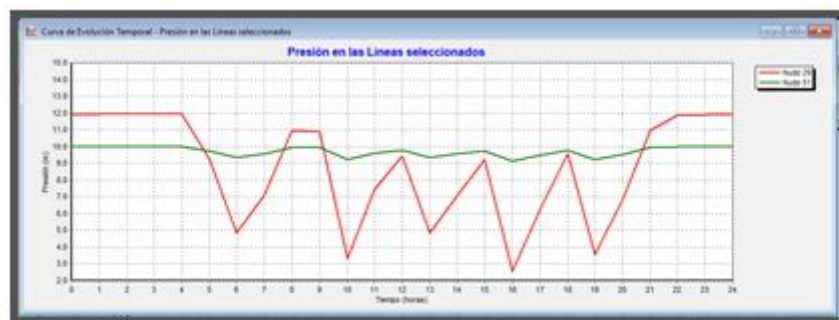
Tabla 19. Resultados del nudo 51 y 29 en el Sitio El Recreo mediante EPANET

EL RECREO		
	NUDO 51	NUDO 29
Hora	Presión (m)	Presión (m)
10:00	9.22	3.34
12:00	9.76	9.42
14:00	9.55	7.04
16:00	9.15	2.57

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor

Figura 28. Curva de la presión en los puntos más desfavorables del Sitio El Recreo.



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

En el Sitio El Recreo la presión manométrica y la presión que nos da el programa se asemejan debido a que este sitio se encuentra cerca del tanque de abastecimiento comprendiendo un tramo de tubería de longitud de 1.65 km.

Tabla 20. Presión en el nudo 6, 11, 13 y 24 medido con manómetro.

EL RETIRO				
	NUDO 11	NUDO 6	NUDO 24	NUDO 13
Hora	Presión (m)	Presión (m)	Presión (m)	Presión (m)
10:00	8.00	8.00	11.00	12.00
12:00	10.00	7.00	10.00	11.00
14:00	13.00	8.00	12.00	13.00
16:00	9.00	6.00	9.00	11.00

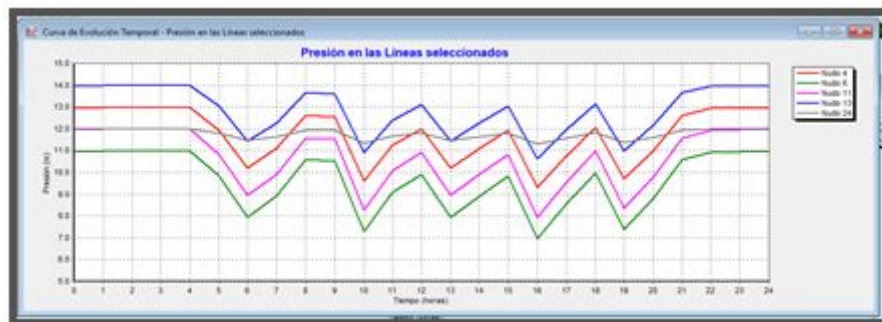
Tabla 21. Resultados del nudo 6, 11, 13 y 24 en el Sitio Guarumal 1 mediante EPANET.

EL RETIRO				
	NUDO 11	NUDO 6	NUDO 24	NUDO 13
Hora	Presión (m)	Presión (m)	Presión (m)	Presión (m)
10:00	8.28	7.30	11.35	10.90
12:00	10.91	9.91	11.81	13.09
14:00	9.89	8.90	11.63	12.24
16:00	7.95	6.96	11.29	10.63

Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor.

Figura 29. Curva de la presión en los puntos más desfavorables del centro de El Retiro.



Fuente: EPANET.

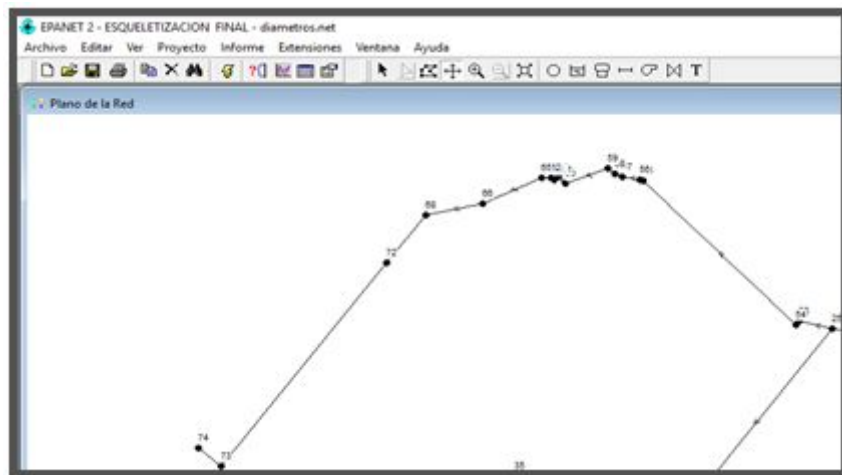
Elaboración: El Autor.

En el centro de la Parroquia El Retiro si existe presión manométrica y presión simulada ya que el tanque elevado se encuentra ubicado en la cabecera de la parroquia cumpliendo las normas de presión.

4.1.1 Solución

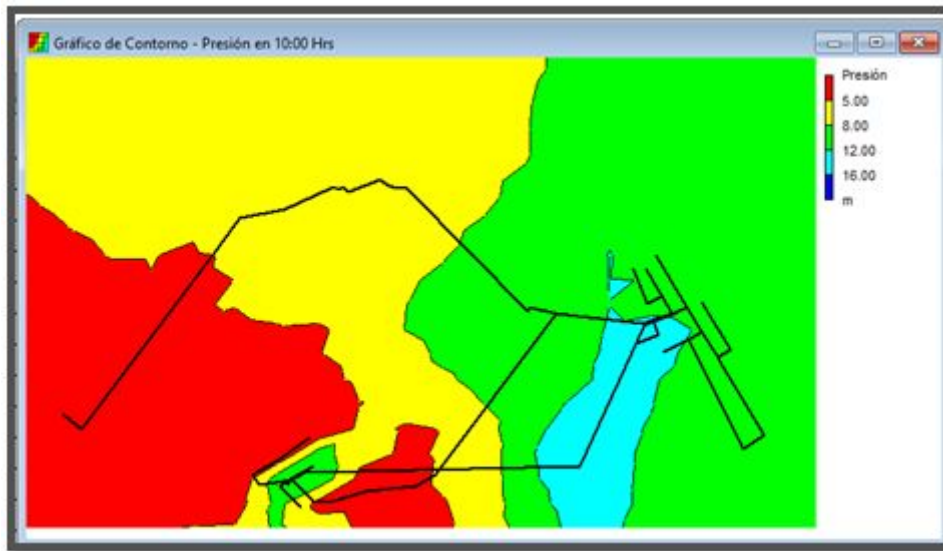
Luego de un análisis profundo de la situación actual de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Retiro, se verificó que en el sitio Guarumal 1 no existe presión del agua por lo que se ha propuesto reemplazar el diámetro de la tubería de 50 mm a un diámetro de 90 mm desde el nudo 25 hasta el nudo 74 comprendiendo un tramo de longitud de 2.83 km.

Figura 30. Tramo de la tubería donde se reemplazó el diámetro.



Mediante un mapa de contorno que nos da el programa EPANET verificaremos la presión en el tramo de tubería que se reemplazó el diámetro.

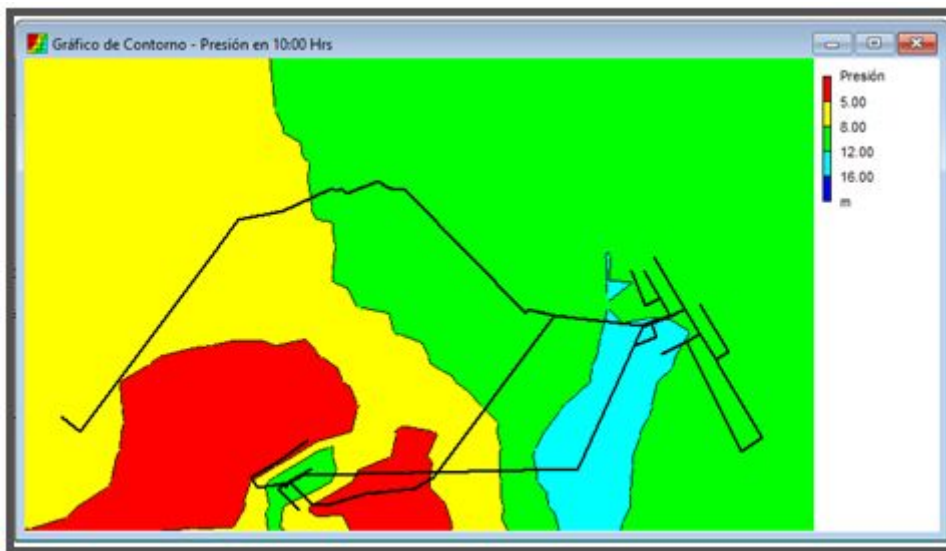
Figura 31. Contorno de presión a las 10:00 am antes de reemplazar la tubería.



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor

Figura 32. Contorno de presión a las 10:00 am después de reemplazar la tubería de 90 mm.



Fuente: EPANET.

Elaboración: El Autor

4.2 CONCLUSIONES.

- ❑ Con toda la información obtenida mediante trabajo de campo, se pudo realizar el estudio técnico, que consistía en plasmar en el plano la red de distribución existente, el consumo que mantiene cada domicilio, las presiones que mantiene la cabecera parroquial El Retiro, y los sitios El Recreo, Guarumal 1 y San Vicente.
- ❑ El programa de modelo hidráulico EPANET 2.0., es una gran herramienta para la planificación de proyectos ya que el programa es oportuno y se apega a las necesidades que demanda el análisis.
- ❑ Al realizar la modelación mediante el programa EPANET se verifica que en el sitio Guarumal 1 la presión no cumple las normas establecidas dándonos una presión de 3.84 m.c.a y una velocidad de 0.03 m/seg. a la hora de mayor demanda, siendo este el sitio más alejado del tanque de distribución.
- ❑ Mediante el análisis de simulación los sitios San Vicente y El Recreo si cumple la presión mínima 7 m.c.a. pero no cumple el parámetro de velocidad 0.21 m/s, debido a la longitud que recorre el líquido.
- ❑ En el cabecera parroquial si cumple las normas de presión 11 m.c.a y velocidad 0.50 m/s.
- ❑ Considerando que la topografía de la parroquia El Retiro perteneciente al cantón Machala es plano y no existir presión de agua en el Sitio Guarumal 1, se propuso reemplazar el diámetro de la tubería que abastece al sitio, la tubería que actualmente es de 50 mm por una de 90 mm.
- ❑ Una vez cambiado el diámetro de la tubería se verificó que la presión de agua al Sitio Guarumal 1 aumento debido al diámetro colocado lo cual sería una solución para que la parroquia pueda tomar las medidas necesarias, ya que el agua no es un privilegio, es un derecho.

4.3 RECOMENDACIONES.

- ❑ Al realizar un nuevo proyecto se considere a la población futura y se determine que el agua va abastecer a la cabecera parroquial El Retiro y los sitios El Recreo, Guarumal 1 y San Vicente.
- ❑ Utilizar el programa de modelo hidráulico EPANET 2.0., porque es una gran herramienta para la planificación de proyectos y se apega a las necesidades que demanda el análisis.
- ❑ Una alternativa también sería la construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable en el sitio San Vicente, para que esta misma comunidad y Guarumal 1 no pasen la necesidad que les falte el agua.
- ❑ Se recomienda instalar válvulas de desagüe en los puntos más bajos para realizar labores de limpieza periódicas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. T. Ruiz-cuello, J. C. Pescador-piedra, and I. L. M, "Dimensionamiento de un sistema hidráulico en casa-habitación para el uso de agua residual Design of a hydraulic system for reutilization water in a house Resumen," *Rev. Cuba. Química*, vol. 27, no. 316, pp. 315–324, 2015.
- [2] S. M. López-Villamar, T. Martínez-Saldaña, and J. Palerm-Viqueira, "Las comunidades en la administración de sistemas de agua potable: región de los volcanes, Estado de México," *Agríc. Soc. y Desarro.*, vol. 10, no. 41, pp. 39–58, 2013.
- [3] C. de Ingenieros and de los E. U. de America, "*Evaluación de los Recursos de Agua del Ecuador.*" 1998.
- [4] ASAMBLEA NACIONAL, "*LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA.*" 2013.
- [5] V. G. Tzatchkov, "Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos," *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. VII, no. 117, pp. 115–133, 2016.
- [6] V. Cabrera-Béjar, José Antonio; Gueorguiev Tzatchkov, "Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente," *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 3, no. 8-12-10-13–14, pp. 5-12–25, 2012.
- [7] C. García Lirios, J. Carreón Guillén, J. Hernández Valdés, M. Montero López Lena, and J. M. Bustos Aguayo, "Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable. (Spanish)," *Polis, Rev. la Univ. Bolív.*, vol. 12, no. 4, pp. 2–28, 2013.
- [8] M. Aunión, "El derecho internacional del agua potable y saneamiento. Un debate de derecho de cuarta generación en la encrucijada," *IUS (Revista del Inst. Ciencias Jurídicas Puebla A.c.)*, vol. VII, no. 179–180, pp. 176–190, 2013.

- [9] S. Peña, R. Viviana, and Y. Pedraza, "Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en la ciudad de Yopal , Casanare Vulnerability of the groundwater contamination in the city of Yopal , Casanare," *Sci. Tech.*, vol. 19, no. 107, pp. 106–110, 2014.
- [10] R. Flores, R. Valderrama, A. Patiño, and M. Rodríguez, "Calidad amebológica del agua de pozos utilizados para suministro de agua potable en el Estado de Hidalgo," *Ingeniería*, vol. 16, no. 221, pp. 219–228, 2012.
- [11] M. Enrique, H. Cogollo, J. Luis, and M. Negrete, "Trihalometanos y arsénico en el agua de consumo en los municipios de Chinú y Corozal de Colombia : evaluación del riesgo a la salud Trihalomethanes and arsenic in drinking water in Chinú and Corozal municipalities in Colombia : health risk assessment," *Rev. Científica Ing. y Desarro.*, vol. 34, no. 90, pp. 88–115, 2016.
- [12] C. D. E. L. Agua, "Sistemas de agua potable rurales . Instituciones , organizaciones , gobierno , administración y legitimidad," *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. VII, no. 20, pp. 17–34, 2016.
- [13] C. Nicolas-artero, "Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina : un ejemplo de economía substantiva," *Polis, Rev. Latinoam.*, vol. 15, no. 166-167-175–176, pp. 165–189, 2016.
- [14] M. Seguido, "La planificación y gestión del suministro de agua potable en los municipios," *Cuad. Geográficos la Univ. Granada*, vol. 54, no. 302-304–310, pp. 298–320, 2015.
- [15] A.-G. Carlos Daniel, I.-S. Joaquín, P.-G. Rafael, and H.-F. Manuel, "Factores de fiabilidad y eficiencia en la toma de decisiones para la rehabilitación de tuberías," *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 14, no. 494, pp. 489–498, 2013.
- [16] R. Gupta, J. Vyas, P. R. Bhave, and E. Consultant, "Comparación entre diseños de redes cerradas para varios modelos de distribución de flujo

Comparison of looped water distribution network designs for various link flow distributions,” vol. XXXIII, no. 42, pp. 33–43, 2012.

- [17] C. ; Amezcuita, A. Perez, and P. Torres, “Evaluación Del Riesgo En Sistemas De Distribución De Agua Potable En El Marco De Un Plan De Seguridad Del Agua.,” *Risk Assess. Water Distrib. Syst. Fram. a Water Saf. Plan.*, vol. 11, no. 166, pp. 157–166, 2014.
- [18] J. Luis and J. L. Montesillo-cedillo, “Suministro de agua potable en México : más allá del crecimiento poblacional,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. VIII, no. 29, pp. 21–23, 2017.
- [19] C. C. Inostroza, L. Helena, and S. Locela, “Redes y capacidades de actores en torno a comités independientes de agua potable : el caso de San Felipe Tlalmimilolpan , Toluca , México,” *Rev. El Col. San Luis*, vol. 13, no. 74, pp. 62–90, 2017.
- [20] *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. .*
- [21] P. C. Gallardo, “Epistemología de las impedancias complejas en ingeniería,” *Innovación Educ.*, vol. 12, no. 37–38, pp. 35–54, 2012.
- [22] J. A. Nery, “Enfoques epistemológicos de la investigación sobre desigualdades educativas en México 1971-2010,” *Rev. Mex. Investig. Educ.*, vol. 18, no. 1079, pp. 1077–1101, 2013.
- [23] P. L. Karla Torres, “LA EPISTEMOLOGÍA Y LA INVESTIGACIÓN DENTRO DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS ORGANIZACIONALES ACTUALES,” *Orbis. Rev. Científica Ciencias Humanas*, vol. 11, no. 60–61, pp. 59–75, 2015.

- [24] L. Chévez, "Implicaciones del monitoreo periódico de la calidad del agua potable en el cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica," *Rev. Intersedes. Vol. XIV. N*, vol. XIV, no. 40–41, pp. 17–42, 2013.
- [25] L. F. Sandoval, J. R. R. Zurvia-flores, and A. Bruno, "Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México System to control and manage drinking water network of two towns of México," *Ing. Hidráulica Y Ambient.*, vol. XXXIV, no. 115-116–118, pp. 112–126, 2013.
- [26] A. Ayad, H. Awad, and A. Yassin, "Developed hydraulic simulation model for water pipeline networks," *Alexandria Eng. J.*, vol. 52, no. 43, pp. 43–49, 2013.
- [27] A. Bolivar, "Desarrollo de un software para la obtención del sistema de ecuaciones lineales de una red de fluido vectorizada.," *Rev. Ing. UC*, vol. 23, no. 11, pp. 8–21, 2016.
- [28] Y. Guillón-Campo and B. Leyva-de la Cruz, "Caracterización de redes hidráulicas en un circuito hidrométrico en una zona urbana," *Ciencias Holguón*, vol. XXI, no. 5–6, pp. 1–13, 2015.

ANEXOS

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	182	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
2	324	32	30	20	22	20	31	155	25.83	0.861	0.0359	0.0100
3	188	19	15	57	13	13	13	130	21.67	0.722	0.0301	0.0084
4	301	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
5	179	20	18	15	13	13	17	96	16.00	0.533	0.0222	0.0062
6	178	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
7	174	25	25	26	25	20	36	157	26.17	0.872	0.0363	0.0101
8	280	9	9	12	5	5	1	41	6.83	0.228	0.0095	0.0026
9	331	10	10	2	9	9	4	44	7.33	0.244	0.0102	0.0028
10	172	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
11	166	6	7	1	1	1	1	17	2.83	0.094	0.0039	0.0011
12	184	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
13	129	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
14	267	10	10	1	1	1	18	41	6.83	0.228	0.0095	0.0026
15	260	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
16	158	26	22	27	27	35	22	159	26.50	0.883	0.0368	0.0102
17	160	28	25	50	31	31	41	206	34.33	1.144	0.0477	0.0132
18	262	4	4	11	8	9	7	43	7.17	0.239	0.0100	0.0028
19	290	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
20	274	23	23	31	35	35	31	178	29.67	0.989	0.0412	0.0114

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
21	136	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
22	176	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
23	431	28	31	36	24	27	23	169	28.17	0.939	0.0391	0.0109
24	165	27	27	44	25	25	50	198	33.00	1.100	0.0458	0.0127
25	190	45	35	107	15	15	11	228	38.00	1.267	0.0528	0.0147
26	395	8	8	12	11	11	11	61	10.17	0.339	0.0141	0.0039
27	330	41	32	52	32	34	38	229	38.17	1.272	0.0530	0.0147
28	175	17	17	67	13	13	38	165	27.50	0.917	0.0382	0.0106
29	383	24	23	38	38	29	46	198	33.00	1.100	0.0458	0.0127
30	375	11	11	8	8	11	7	56	9.33	0.311	0.0130	0.0036
31	173	22	22	21	36	24	40	165	27.50	0.917	0.0382	0.0106
32	185	1	50	1	1	1	1	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
33	191	15	15	12	16	16	12	86	14.33	0.478	0.0199	0.0055
34	378	15	15	10	12	12	12	76	12.67	0.422	0.0176	0.0049
35	355	4	7	5	5	5	4	30	5.00	0.167	0.0069	0.0019
36	315	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
37	379	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
38	326	6	6	8	6	6	8	40	6.67	0.222	0.0093	0.0026
39	167	8	8	11	8	8	10	53	8.83	0.294	0.0123	0.0034
40	171	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
41	335	6	6	23	8	8	16	67	11.17	0.372	0.0155	0.0043
42	283	4	4	1	2	2	1	14	2.33	0.078	0.0032	0.0009
43	310	51	45	60	41	39	39	275	45.83	1.528	0.0637	0.0177
44	321	12	12	33	80	30	1	168	28.00	0.933	0.0389	0.0108
45	180	40	42	34	39	39	54	248	41.33	1.378	0.0574	0.0159
46	164	12	12	7	11	11	8	61	10.17	0.339	0.0141	0.0039
47	299	11	11	31	65	33	32	183	30.50	1.017	0.0424	0.0118
48	386	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
49	327	5	5	2	5	5	5	27	4.50	0.150	0.0063	0.0017
50	387	12	12	13	10	10	11	68	11.33	0.378	0.0157	0.0044
51	168	13	13	18	43	39	35	161	26.83	0.894	0.0373	0.0104
52	187	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
53	181	11	11	14	9	9	18	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
54	195	45	19	16	25	25	15	145	24.17	0.806	0.0336	0.0093
55	169	15	15	26	18	18	39	131	21.83	0.728	0.0303	0.0084
56	183	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
57	163	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
58	177	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
59	275	6	6	30	20	18	24	104	17.33	0.578	0.0241	0.0067
60	170	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 16 DE ABRIL												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	402	2	2	1	1	1	1	8	1.33	0.044	0.0019	0.0005
2	198	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
3	319	18	15	18	16	16	16	99	16.50	0.550	0.0229	0.0064
4	465	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
5	210	47	47	66	43	43	59	305	50.83	1.694	0.0706	0.0196
6	456	27	27	22	24	20	31	151	25.17	0.839	0.0350	0.0097
7	200	18	18	12	17	16	16	97	16.17	0.539	0.0225	0.0062
8	362	1	1	6	1	1	4	14	2.33	0.078	0.0032	0.0009
9	469	8	1	19	8	8	9	53	8.83	0.294	0.0123	0.0034
10	470	10	10	9	9	7	12	57	9.50	0.317	0.0132	0.0037
11	316	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
12	276	18	18	9	13	11	22	91	15.17	0.506	0.0211	0.0059
13	359	17	17	14	15	15	14	92	15.33	0.511	0.0213	0.0059
14	360	15	15	19	35	12	12	108	18.00	0.600	0.0250	0.0069
15	205	22	18	21	18	16	29	124	20.67	0.689	0.0287	0.0080
16	306	29	26	40	32	30	41	198	33.00	1.100	0.0458	0.0127
17	196	37	34	36	25	25	40	197	32.83	1.094	0.0456	0.0127
18	269	50	49	7	16	16	59	197	32.83	1.094	0.0456	0.0127
19	323	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
20	199	31	19	20	19	18	24	131	21.83	0.728	0.0303	0.0084
21	286	12	12	10	12	12	13	71	11.83	0.394	0.0164	0.0046
22	206	9	8	18	12	12	5	64	10.67	0.356	0.0148	0.0041

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 16 DE ABRIL												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
23	305	26	26	45	19	19	34	169	28.17	0.939	0.0391	0.0109
24	216	26	25	23	23	20	42	159	26.50	0.883	0.0368	0.0102
25	453	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
26	214	22	22	31	27	24	46	172	28.67	0.956	0.0398	0.0111
27	467	44	1	1	8	5	5	64	10.67	0.356	0.0148	0.0041
28	213	89	36	40	33	29	11	238	39.67	1.322	0.0551	0.0153
29	209	21	20	20	1	1	1	64	10.67	0.356	0.0148	0.0041
30	212	1	1	1	27	27	22	79	13.17	0.439	0.0183	0.0051
31	438	41	40	72	59	61	25	298	49.67	1.656	0.0690	0.0192
32	218	8	8	43	24	24	25	132	22.00	0.733	0.0306	0.0085
33	437	5	5	30	18	18	20	96	16.00	0.533	0.0222	0.0062
34	361	16	16	12	12	12	26	94	15.67	0.522	0.0218	0.0060
35	201	40	40	34	39	39	41	233	38.83	1.294	0.0539	0.0150
36	111	1	30	60	35	40	34	200	33.33	1.111	0.0463	0.0129
37	211	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
38	246	6	6	11	15	15	7	60	10.00	0.333	0.0139	0.0039
39	295	9	9	13	27	27	9	94	15.67	0.522	0.0218	0.0060
40	349	9	9	40	23	22	46	149	24.83	0.828	0.0345	0.0096
41	394	21	21	46	34	34	1	157	26.17	0.872	0.0363	0.0101
42	342	21	24	20	18	22	22	127	21.17	0.706	0.0294	0.0082
43	197	45	45	35	49	49	52	275	45.83	1.528	0.0637	0.0177
44	471	12	12	15	13	13	9	74	12.33	0.411	0.0171	0.0048

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 3 DE JULIO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	297	26	25	39	29	30	27	176	29.33	0.978	0.0407	0.0113
2	337	1	1	14	32	29	0	77	12.83	0.428	0.0178	0.0050
3	377	7	7	1	1	1	16	33	5.50	0.183	0.0076	0.0021
4	364	14	14	4	7	5	19	63	10.50	0.350	0.0146	0.0041
5	126	1	1	14	4	5	3	28	4.67	0.156	0.0065	0.0018
6	457	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
7	272	16	16	1	1	1	1	36	6.00	0.200	0.0083	0.0023
8	333	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
9	128	13	12	16	20	25	8	94	15.67	0.522	0.0218	0.0060
10	127	11	9	9	19	15	7	70	11.67	0.389	0.0162	0.0045
11	352	1	1	2	2	1	1	8	1.33	0.044	0.0019	0.0005
12	146	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
13	376	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
14	332	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
15	346	1	1	17	22	10	16	67	11.17	0.372	0.0155	0.0043
16	428	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
17	396	5	5	13	15	15	19	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
18	270	8	8	14	14	14	16	74	12.33	0.411	0.0171	0.0048
19	424	1	1	1	3	12	15	33	5.50	0.183	0.0076	0.0021
20	354	29	25	29	27	26	33	169	28.17	0.939	0.0391	0.0109
21	150	12	12	13	11	11	20	79	13.17	0.439	0.0183	0.0051
22	372	3	5	5	9	12	15	49	8.17	0.272	0.0113	0.0032

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 3 DE JULIO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
23	347	10	10	10	12	12	15	69	11.50	0.383	0.0160	0.0044
24	281	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
25	124	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
26	261	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
27	227	9	9	15	12	9	14	68	11.33	0.378	0.0157	0.0044
28	142	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
29	125	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
30	143	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
31	340	62	58	35	27	27	21	230	38.33	1.278	0.0532	0.0148
32	343	5	5	15	11	11	9	56	9.33	0.311	0.0130	0.0036
33	380	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
34	345	44	40	45	43	40	60	272	45.33	1.511	0.0630	0.0175
35	144	35	35	22	47	33	13	185	30.83	1.028	0.0428	0.0119
36	353	39	37	1	15	10	33	135	22.50	0.750	0.0313	0.0087
37	145	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
38	265	42	1	58	44	38	50	233	38.83	1.294	0.0539	0.0150
39	153	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
40	294	8	8	26	11	11	23	87	14.50	0.483	0.0201	0.0056
41	374	51	50	56	55	60	65	337	56.17	1.872	0.0780	0.0217
42	463	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
43	417	1	12	12	12	12	14	63	10.50	0.350	0.0146	0.0041

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 8 DE NOVIEMBRE												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	132	25	25	11	20	20	21	122	20.33	0.678	0.0282	0.0078
2	411	15	15	19	17	17	16	99	16.50	0.550	0.0229	0.0064
3	435	2	2	2	4	4	6	20	3.33	0.111	0.0046	0.0013
4	397	1	1	1	10	1	1	15	2.50	0.083	0.0035	0.0010
5	140	5	5	11	10	10	8	49	8.17	0.272	0.0113	0.0032
6	369	1	1	3	1	1	12	19	3.17	0.106	0.0044	0.0012
7	141	26	26	28	29	29	52	190	31.67	1.056	0.0440	0.0122
8	478	20	10	1	7	7	11	56	9.33	0.311	0.0130	0.0036
9	336	10	10	17	13	9	18	77	12.83	0.428	0.0178	0.0050
10	157	8	8	10	1	1	9	37	6.17	0.206	0.0086	0.0024
11	334	12	11	12	12	12	1	60	10.00	0.333	0.0139	0.0039
12	135	7	7	6	6	6	15	47	7.83	0.261	0.0109	0.0030
13	288	12	12	15	11	11	14	75	12.50	0.417	0.0174	0.0048
14	139	21	21	20	21	31	4	118	19.67	0.656	0.0273	0.0076
15	130	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
16	131	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
17	366	14	14	5	17	17	1	68	11.33	0.378	0.0157	0.0044
18	162	29	27	52	45	45	42	240	40.00	1.333	0.0556	0.0154
19	154	44	43	48	48	45	43	271	45.17	1.506	0.0627	0.0174
20	159	18	20	20	15	17	22	112	18.67	0.622	0.0259	0.0072

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 8 DE NOVIEMBRE												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
21	318	6	6	12	10	10	6	50	8.33	0.278	0.0116	0.0032
22	151	15	15	21	20	15	17	103	17.17	0.572	0.0238	0.0066
23	134	10	10	9	7	7	12	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
24	148	14	14	19	21	20	14	102	17.00	0.567	0.0236	0.0066
25	156	13	13	12	11	11	16	76	12.67	0.422	0.0176	0.0049
26	149	37	37	50	46	46	52	268	44.67	1.489	0.0620	0.0172
27	138	1	1	5	5	17	17	46	7.67	0.256	0.0106	0.0030
28	409	41	39	30	38	31	49	228	38.00	1.267	0.0528	0.0147
29	410	35	30	38	41	29	28	201	33.50	1.117	0.0465	0.0129
30	155	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
31	413	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
32	152	32	27	33	32	27	30	181	30.17	1.006	0.0419	0.0116
33	161	5	2	4	3	5	5	24	4.00	0.133	0.0056	0.0015
34	284	29	29	15	21	21	24	139	23.17	0.772	0.0322	0.0089
35	368	1	1	22	2	2	15	43	7.17	0.239	0.0100	0.0028
36	137	8	13	13	6	6	12	58	9.67	0.322	0.0134	0.0037
37	468	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
38	133	62	42	23	31	30	48	236	39.33	1.311	0.0546	0.0152
39	429	28	28	33	30	26	32	177	29.50	0.983	0.0410	0.0114
40	147	30	28	30	25	20	1	134	22.33	0.744	0.0310	0.0086
41	388	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA ALEXANDRA												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	472	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
2	473	3	3	9	2	18	1	36	6.00	0.200	0.0083	0.0023
3	303	58	61	47	51	43	68	328	54.67	1.822	0.0759	0.0211
4	311	60	55	145	92	87	65	504	84.00	2.800	0.1167	0.0324
5	228	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
6	464	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
7	254	13	13	29	37	37	41	170	28.33	0.944	0.0394	0.0109
8	393	25	25	23	22	21	28	144	24.00	0.800	0.0333	0.0093
9	341	28	25	21	23	22	22	141	23.50	0.783	0.0326	0.0091
10	258	12	12	12	9	9	15	69	11.50	0.383	0.0160	0.0044
11	271	18	18	17	1	1	1	56	9.33	0.311	0.0130	0.0036
12	207	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
13	222	75	70	5	37	37	145	369	61.50	2.050	0.0854	0.0237
14	229	51	43	40	45	45	46	270	45.00	1.500	0.0625	0.0174
15	252	15	22	27	27	15	18	124	20.67	0.689	0.0287	0.0080
16	273	17	17	29	21	17	17	118	19.67	0.656	0.0273	0.0076
17	392	10	20	1	1	1	13	46	7.67	0.256	0.0106	0.0030
18	245	12	12	1	1	1	22	49	8.17	0.272	0.0113	0.0032
19	314	17	15	27	20	20	21	120	20.00	0.667	0.0278	0.0077
20	291	34	34	9	20	20	17	134	22.33	0.744	0.0310	0.0086

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA ALEXANDRA												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
21	339	53	48	40	39	39	40	259	43.17	1.439	0.0600	0.0167
22	479	1	1	2	2	1	4	11	1.83	0.061	0.0025	0.0007
23	313	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
24	358	9	10	19	16	16	18	88	14.67	0.489	0.0204	0.0057
25	256	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
26	278	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
27	304	12	12	10	10	12	12	68	11.33	0.378	0.0157	0.0044
28	400	23	22	30	38	28	45	186	31.00	1.033	0.0431	0.0120
29	317	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
30	302	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
31	482	5	5	13	17	12	12	64	10.67	0.356	0.0148	0.0041
32	423	13	13	17	14	14	2	73	12.17	0.406	0.0169	0.0047
33	259	23	25	11	16	16	15	106	17.67	0.589	0.0245	0.0068
34	404	16	16	15	12	12	21	92	15.33	0.511	0.0213	0.0059
35	243	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
36	244	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
37	249	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
38	350	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
39	425	12	12	15	15	10	11	75	12.50	0.417	0.0174	0.0048
40	329	5	5	33	22	22	17	104	17.33	0.578	0.0241	0.0067

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA ALEXANDRA												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
41	328	4	4	1	2	2	6	19	3.17	0.106	0.0044	0.0012
42	251	65	82	64	83	75	51	420	70.00	2.333	0.0972	0.0270
43	351	12	12	24	11	11	32	102	17.00	0.567	0.0236	0.0066
44	253	36	36	75	37	37	17	238	39.67	1.322	0.0551	0.0153
45	268	38	38	46	41	41	38	242	40.33	1.344	0.0560	0.0156
46	367	18	18	23	21	20	28	128	21.33	0.711	0.0296	0.0082
47	257	73	59	55	55	53	59	354	59.00	1.967	0.0819	0.0228
48	250	34	26	106	79	75	67	387	64.50	2.150	0.0896	0.0249
49	412	5	5	20	13	13	15	71	11.83	0.394	0.0164	0.0046
50	476	19	19	78	60	54	76	306	51.00	1.700	0.0708	0.0197
51	279	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
52	426	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
53	418	24	24	23	21	20	18	130	21.67	0.722	0.0301	0.0084
54	255	15	15	12	14	13	12	81	13.50	0.450	0.0188	0.0052
55	263	9	9	11	15	15	7	66	11.00	0.367	0.0153	0.0042

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA HARRY ALVAREZ												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	232	35	25	33	29	29	40	191	31.83	1.061	0.0442	0.0123
2	320	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
3	215	47	66	48	51	51	61	324	54.00	1.800	0.0750	0.0208
4	365	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
5	421	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
6	439	5	1	3	4	4	1	18	3.00	0.100	0.0042	0.0012
7	224	3	6	12	12	12	10	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
8	239	27	22	127	66	57	50	349	58.17	1.939	0.0808	0.0224
9	371	29	21	9	21	20	80	180	30.00	1.000	0.0417	0.0116
10	240	26	20	80	40	30	35	231	38.50	1.283	0.0535	0.0149
11	231	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
12	242	25	33	33	35	37	38	201	33.50	1.117	0.0465	0.0129
13	221	15	15	46	52	48	134	310	51.67	1.722	0.0718	0.0199
14	235	27	20	19	21	21	49	157	26.17	0.872	0.0363	0.0101
15	236	60	60	142	74	74	87	497	82.83	2.761	0.1150	0.0320
16	370	1	1	47	12	12	30	103	17.17	0.572	0.0238	0.0066
17	287	29	12	18	21	20	44	144	24.00	0.800	0.0333	0.0093
18	223	10	10	28	12	12	35	107	17.83	0.594	0.0248	0.0069
19	282	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
20	241	20	30	51	32	32	59	224	37.33	1.244	0.0519	0.0144

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA HARRY ALVAREZ												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
21	217	11	12	18	20	20	20	101	16.83	0.561	0.0234	0.0065
22	382	12	12	12	12	12	1	61	10.17	0.339	0.0141	0.0039
23	225	40	36	9	1	1	42	129	21.50	0.717	0.0299	0.0083
24	226	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
25	233	24	18	15	14	14	17	102	17.00	0.567	0.0236	0.0066
26	234	27	24	81	26	24	32	214	35.67	1.189	0.0495	0.0138
27	230	27	11	1	6	6	51	102	17.00	0.567	0.0236	0.0066
28	440	1	1	23	6	6	5	42	7.00	0.233	0.0097	0.0027
29	247	40	35	34	41	40	49	239	39.83	1.328	0.0553	0.0154
30	344	12	12	16	14	20	20	94	15.67	0.522	0.0218	0.0060
31	384	1	1	2	2	1	1	8	1.33	0.044	0.0019	0.0005
32	436	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
33	220	13	11	14	15	14	20	87	14.50	0.483	0.0201	0.0056
34	338	13	13	11	12	12	19	80	13.33	0.444	0.0185	0.0051
35	248	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
36	219	30	31	46	60	55	14	236	39.33	1.311	0.0546	0.0152
37	238	17	16	1	1	1	2	38	6.33	0.211	0.0088	0.0024
38	237	20	18	21	16	19	16	110	18.33	0.611	0.0255	0.0071
39	285	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA LOS SAMANES												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/scg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	293	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
2	481	1	1	2	10	20	1	35	5.83	0.194	0.0081	0.0023
3	266	15	14	1	1	1	1	33	5.50	0.183	0.0076	0.0021
4	300	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
5	292	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
6	466	1	1	35	2	2	6	47	7.83	0.261	0.0109	0.0030
7	204	14	20	17	17	17	15	100	16.67	0.556	0.0231	0.0064
8	298	12	12	16	27	27	1	95	15.83	0.528	0.0220	0.0061
9	312	5	5	12	14	8	7	51	8.50	0.283	0.0118	0.0033
10	194	14	14	12	15	13	15	83	13.83	0.461	0.0192	0.0053
11	309	10	10	7	9	9	18	63	10.50	0.350	0.0146	0.0041
12	399	16	16	18	20	20	11	101	16.83	0.561	0.0234	0.0065
13	192	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
14	193	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
15	322	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA LOS SAMANES												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/scg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
16	357	9	9	1	1	1	3	24	4.00	0.133	0.0056	0.0015
17	391	1	12	21	14	15	33	96	16.00	0.533	0.0222	0.0062
18	186	2	11	5	5	13	6	42	7.00	0.233	0.0097	0.0027
19	405	16	14	107	23	18	6	184	30.67	1.022	0.0426	0.0118
20	296	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
21	325	21	17	44	34	34	22	172	28.67	0.956	0.0398	0.0111
22	264	20	18	37	24	22	32	153	25.50	0.850	0.0354	0.0098
23	308	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
24	289	17	18	24	15	15	21	110	18.33	0.611	0.0255	0.0071
25	203	47	44	59	45	43	33	271	45.17	1.506	0.0627	0.0174
26	202	19	19	1	17	17	21	94	15.67	0.522	0.0218	0.0060
27	474	18	17	4	4	4	35	82	13.67	0.456	0.0190	0.0053
28	277	1	3	1	1	1	1	8	1.33	0.044	0.0019	0.0005
29	363	30	34	30	39	33	36	202	33.67	1.122	0.0468	0.0130
30	307	30	35	110	45	45	83	348	58.00	1.933	0.0806	0.0224
31	430	26	20	25	26	23	28	148	24.67	0.822	0.0343	0.0095

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	64	11	4	30	13	13	8	79	13.17	0.439	0.0183	0.0051
2	82	6	6	4	4	4	11	35	5.83	0.194	0.0081	0.0023
3	462	11	12	34	17	17	15	106	17.67	0.589	0.0245	0.0068
4	401	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
5	10	12	12	12	12	12	19	79	13.17	0.439	0.0183	0.0051
6	9	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
7	57	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
8	38	17	16	6	12	13	10	74	12.33	0.411	0.0171	0.0048
9	22	15	15	40	20	20	30	140	23.33	0.778	0.0324	0.0090
10	40	9	11	9	9	12	12	62	10.33	0.344	0.0144	0.0040
11	6	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
12	29	6	7	1	1	9	9	33	5.50	0.183	0.0076	0.0021
13	4	13	14	19	15	15	16	92	15.33	0.511	0.0213	0.0059
14	17	20	15	29	22	25	23	134	22.33	0.744	0.0310	0.0086
15	7	11	11	18	13	13	10	76	12.67	0.422	0.0176	0.0049
16	54	18	15	25	15	15	3	91	15.17	0.506	0.0211	0.0059
17	25	12	16	101	49	49	54	281	46.83	1.561	0.0650	0.0181
18	434	2	3	12	12	12	12	53	8.83	0.294	0.0123	0.0034
19	26	5	5	7	11	9	9	46	7.67	0.256	0.0106	0.0030
20	84	3	4	21	19	19	4	70	11.67	0.389	0.0162	0.0045

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/días)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
20	84	3	4	21	19	19	4	70	11.67	0.389	0.0162	0.0045
21	15	87	63	88	65	65	70	438	73.00	2.433	0.1014	0.0282
22	407	27	24	22	22	30	30	155	25.83	0.861	0.0359	0.0100
23	71	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
24	458	15	6	30	13	11	17	92	15.33	0.511	0.0213	0.0059
25	73	10	10	34	22	19	14	109	18.17	0.606	0.0252	0.0070
26	11	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
27	50	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
28	47	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
29	36	13	13	44	32	25	48	175	29.17	0.972	0.0405	0.0113
30	51	16	14	14	12	12	14	82	13.67	0.456	0.0190	0.0053
31	389	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
32	43	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
33	48	14	12	16	20	18	14	94	15.67	0.522	0.0218	0.0060
34	81	8	8	7	13	13	1	50	8.33	0.278	0.0116	0.0032
35	83	5	5	25	16	16	8	75	12.50	0.417	0.0174	0.0048
36	30	17	16	12	11	11	13	80	13.33	0.444	0.0185	0.0051
37	72	18	18	12	12	10	10	80	13.33	0.444	0.0185	0.0051
38	189	20	18	15	12	11	11	87	14.50	0.483	0.0201	0.0056
39	19	5	5	7	11	15	15	58	9.67	0.322	0.0134	0.0037
40	32	13	13	38	19	19	25	127	21.17	0.706	0.0294	0.0082

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
41	414	12	12	16	11	18	18	87	14.50	0.483	0.0201	0.0056
42	58	15	16	15	17	15	15	93	15.50	0.517	0.0215	0.0060
43	461	11	11	9	9	16	18	74	12.33	0.411	0.0171	0.0048
44	403	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
45	427	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
46	445	12	12	8	10	10	12	64	10.67	0.356	0.0148	0.0041
47	70	3	3	28	12	10	12	68	11.33	0.378	0.0157	0.0044
48	63	12	12	4	12	12	12	64	10.67	0.356	0.0148	0.0041
49	61	12	11	21	8	8	13	73	12.17	0.406	0.0169	0.0047
50	56	15	20	15	7	7	11	75	12.50	0.417	0.0174	0.0048
51	78	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
52	5	35	35	30	38	33	33	204	34.00	1.133	0.0472	0.0131
53	65	14	6	5	7	7	16	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
54	420	12	12	12	10	10	12	68	11.33	0.378	0.0157	0.0044
55	31	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
56	3	20	16	3	12	22	3	76	12.67	0.422	0.0176	0.0049
57	451	22	21	12	5	12	2	74	12.33	0.411	0.0171	0.0048
58	480	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
59	433	12	12	15	15	9	9	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
60	459	18	16	13	13	13	9	82	13.67	0.456	0.0190	0.0053

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
61	66	12	12	15	15	15	12	81	13.50	0.450	0.0188	0.0052
62	69	18	14	25	15	13	17	102	17.00	0.567	0.0236	0.0066
63	34	5	5	7	9	9	11	46	7.67	0.256	0.0106	0.0030
64	13	8	5	5	11	10	15	54	9.00	0.300	0.0125	0.0035
65	24	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
66	45	12	12	11	10	10	10	65	10.83	0.361	0.0150	0.0042
67	20	14	22	58	36	30	40	200	33.33	1.111	0.0463	0.0129
68	390	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
69	406	29	26	28	23	23	24	153	25.50	0.850	0.0354	0.0098
70	46	19	11	12	10	9	9	70	11.67	0.389	0.0162	0.0045
71	14	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
72	27	5	13	15	30	30	25	118	19.67	0.656	0.0273	0.0076
73	475	4	4	31	7	7	24	77	12.83	0.428	0.0178	0.0050
74	449	7	8	7	10	10	12	54	9.00	0.300	0.0125	0.0035
75	454	24	20	22	22	25	23	136	22.67	0.756	0.0315	0.0087
76	77	12	12	17	20	12	15	88	14.67	0.489	0.0204	0.0057
77	39	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
78	33	12	12	9	14	8	8	63	10.50	0.350	0.0146	0.0041
79	452	20	16	32	15	13	11	107	17.83	0.594	0.0248	0.0069
80	1	24	16	12	12	12	12	88	14.67	0.489	0.0204	0.0057

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
81	35	5	5	9	7	7	1	34	5.67	0.189	0.0079	0.0022
82	2	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
83	477	25	25	31	28	28	19	156	26.00	0.867	0.0361	0.0100
84	447	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
85	53	3	5	47	17	17	20	109	18.17	0.606	0.0252	0.0070
86	12	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
87	16	12	12	5	5	9	12	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
88	76	12	12	12	12	12	15	75	12.50	0.417	0.0174	0.0048
89	8	20	20	12	12	12	15	91	15.17	0.506	0.0211	0.0059
90	21	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
91	59	15	15	11	9	9	11	70	11.67	0.389	0.0162	0.0045
92	416	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
93	23	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
94	415	13	13	21	11	11	24	93	15.50	0.517	0.0215	0.0060
95	79	12	12	10	8	8	12	62	10.33	0.344	0.0144	0.0040
96	74	18	14	40	41	39	21	173	28.83	0.961	0.0400	0.0111
97	52	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
98	75	13	13	20	9	9	15	79	13.17	0.439	0.0183	0.0051
99	460	5	5	10	11	11	6	48	8.00	0.267	0.0111	0.0031
100	444	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: BARRIADA 1 DE MAYO												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
101	80	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
102	44	5	6	25	15	15	15	81	13.50	0.450	0.0188	0.0052
103	408	7	7	4	4	12	12	46	7.67	0.256	0.0106	0.0030
104	41	16	14	8	14	14	9	75	12.50	0.417	0.0174	0.0048
105	448	2	6	48	36	31	2	125	20.83	0.694	0.0289	0.0080
106	62	5	8	30	22	22	12	99	16.50	0.550	0.0229	0.0064
107	68	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
108	37	8	8	22	10	10	15	73	12.17	0.406	0.0169	0.0047
109	348	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
110	49	14	14	40	20	14	20	122	20.33	0.678	0.0282	0.0078
111	67	23	23	3	9	9	19	86	14.33	0.478	0.0199	0.0055
112	60	11	11	11	2	2	5	42	7.00	0.233	0.0097	0.0027
113	450	8	8	12	5	5	6	44	7.33	0.244	0.0102	0.0028
114	455	11	11	9	7	7	15	60	10.00	0.333	0.0139	0.0039
115	42	12	14	34	7	7	46	120	20.00	0.667	0.0278	0.0077
116	28	20	14	12	8	8	7	69	11.50	0.383	0.0160	0.0044

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: GUARUMAL 1												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	119	15	15	11	9	9	7	66	11.00	0.367	0.0153	0.0042
2	120	29	27	12	14	14	52	148	24.67	0.822	0.0343	0.0095
3	123	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
4	121	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
5	115	20	21	1	13	11	1	67	11.17	0.372	0.0155	0.0043
6	118	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
7	116	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004
8	117	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
9	122	1	1	1	1	1	1	6	1.00	0.033	0.0014	0.0004

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: SAN VICENTE												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
1	103	1	1	12	12	12	18	56	9.33	0.311	0.0130	0.0036
2	92	44	29	41	40	37	29	220	36.67	1.222	0.0509	0.0141
3	90	14	3	1	1	1	1	21	3.50	0.117	0.0049	0.0014
4	89	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
5	87	45	20	20	31	37	25	178	29.67	0.989	0.0412	0.0114
6	113	9	5	19	18	1	1	53	8.83	0.294	0.0123	0.0034
7	114	5	6	8	8	8	9	44	7.33	0.244	0.0102	0.0028
8	104	19	9	29	68	55	1	181	30.17	1.006	0.0419	0.0116
9	422	12	12	14	12	12	1	63	10.50	0.350	0.0146	0.0041
10	94	24	12	12	12	12	12	84	14.00	0.467	0.0194	0.0054
11	18	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
12	108	12	2	65	40	40	42	201	33.50	1.117	0.0465	0.0129
13	55	1	4	10	12	12	16	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
14	381	1	1	22	20	17	1	62	10.33	0.344	0.0144	0.0040
15	85	13	7	20	10	10	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
16	86	18	18	5	6	1	7	55	9.17	0.306	0.0127	0.0035
17	105	12	12	49	38	36	41	188	31.33	1.044	0.0435	0.0121
18	107	44	36	45	29	29	30	213	35.50	1.183	0.0493	0.0137
19	112	22	21	21	19	19	41	143	23.83	0.794	0.0331	0.0092
20	96	6	5	47	32	32	7	129	21.50	0.717	0.0299	0.0083

CONSUMO DE AGUA DE LOS HABITANTES QUE ABASTECE EL TANQUE ELEVADO DE LA JUNTA PARROQUIAL "EL RETIRO" (ENERO 2016 - JUNIO 2016)												
SECTOR: SAN VICENTE												
ORD	CONEXIÓN MEDIDOR	CONSUMO DE AGUA (M3)						SUMA (M3)	Q (m3/mes)	Q (m3/dias)	Q (m3/hora)	Q (lts/seg)
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO					
21	109	1	48	12	12	12	7	92	15.33	0.511	0.0213	0.0059
22	97	1	1	15	12	12	1	42	7.00	0.233	0.0097	0.0027
23	88	14	15	12	12	12	1	66	11.00	0.367	0.0153	0.0042
24	398	12	22	12	12	12	12	82	13.67	0.456	0.0190	0.0053
25	99	45	40	50	52	38	40	265	44.17	1.472	0.0613	0.0170
26	419	12	12	35	20	17	12	108	18.00	0.600	0.0250	0.0069
27	100	136	106	12	12	12	78	356	59.33	1.978	0.0824	0.0229
28	101	20	20	12	12	12	25	101	16.83	0.561	0.0234	0.0065
29	102	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
30	446	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
31	441	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
32	442	12	12	12	12	12	12	72	12.00	0.400	0.0167	0.0046
33	443	12	12	3	3	5	12	47	7.83	0.261	0.0109	0.0030
34	110	15	15	2	3	3	14	52	8.67	0.289	0.0120	0.0033
35	385	20	19	30	25	20	29	143	23.83	0.794	0.0331	0.0092
36	106	12	12	12	12	12	19	79	13.17	0.439	0.0183	0.0051
37	93	19	17	18	17	17	18	106	17.67	0.589	0.0245	0.0068
38	432	12	12	12	12	12	2	62	10.33	0.344	0.0144	0.0040
39	98	29	17	1	12	12	13	84	14.00	0.467	0.0194	0.0054
40	95	45	36	40	40	38	45	244	40.67	1.356	0.0565	0.0157



Anexo 1. Reconocimiento del lugar. El Retiro



Anexo 1. Identificación de la tubería mediante GPS



Anexo 3. Identificando conexiones



Anexo 4. Presión manométrica en un nudo