



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

**Evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua potable para el
barrio San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de
Pichincha**

Autor: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Director: MSc. Ing. Byron Morales

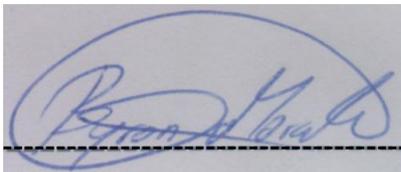
Quito, Julio de 2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Byron Morales**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para supervisar el avance del Proyecto de estudio Científico con el tema: “EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO SAN FERNANDO, PARROQUIA SANGOLQUÍ, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA” del estudiante Wilson Alfredo Ortuño Torres de la facultad de Ingeniería Civil, considero que dicha tesis de estudio reúne los requisitos para ser sometido a la evaluación del comité examinador designado por la Universidad y certifico que conozco al autor del presente trabajo.

Quito, Julio del 2014

EL TUTOR

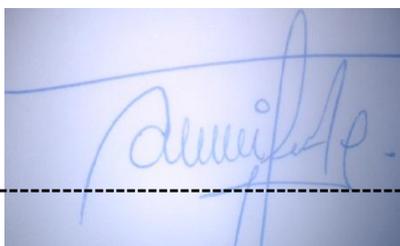


MSc. Ing. Byron Morales M.
171256590-0

DECLARACIÓN

Yo, Wilson Alfredo Ortuño Torres declaro que el presente trabajo de investigación y estudio denominado: Evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua potable para el barrio San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, es de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor de las fuentes citadas y bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual de este presente trabajo de titulación a la Universidad Internacional del Ecuador sin restricción de ningún género o especial.



Alumno: Wilson Alfredo Ortuño Torres.

C.C. 171528864-1

Quito, Julio de 2014

AGRADECIMIENTO

A Dios

Que no conoce cansancio, que me dio la fortaleza y el coraje para poder terminar mi carrera, ya que sin su bendición no hubiera logrado alcanzar esta meta.

Mi agradecimiento es para la Dirección de agua potable y alcantarillado DAPAC de la parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha por el apoyo para poder desarrollar este proyecto, ya que sin el apoyo del DAPAC no hubiera podido realizar este estudio de evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua potable que tanto necesita el barrio San Fernando, y además me ayudó para poder obtener el título de ingeniero civil.

Agradezco también a la Universidad Internacional del Ecuador, a la Facultad de Ingeniería Civil a los profesores por el conocimiento impartido en estos años.

DEDICATORIA

A mis padres

Lorenzo Ortuño y Luz María Torres quienes fueron que me dieron el regalo más grande que es la vida, la paciencia y el amor sin interés alguno.

A mi hijo Anderson Joel.

Gracias por venir al mundo y darle sentido a mi vida aunque no estés a mi lado eres la persona especial por la que quiero seguir forjando un buen futuro.

A mis hermanas, hermanos, sobrinas y sobrinos.

Por su apoyo moral e incondicional durante todos estos años de estudio y principalmente en la realización de esta tesis que ahora se las dedico a ellos.

A mi amor.

Por su apoyo en esos momentos difíciles cuando quería dejar todo ahí siempre me recordaba que tengo que seguir adelante.

Gracias a todos quienes por bueno o por malo han depositado su legado al cúmulo de la sapiencia, desde inestimables hasta muy incómodas lecciones siempre presentes; para ustedes: No permitan que los aparten de sus sueños y menos consuman los sueños de otros.

INDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	xi
PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO POR CAPÍTULOS	xii
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 SISTEMATIZACIÓN.....	2
1.5 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICO	3
1.6 ALCANCE	4
1.7 JUSTIFICACIÓN	4
1.8 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	6
CAPÍTULO II	6
2.1 MARCO TEÓRICO.....	7
2.2.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE.....	7
2.2.2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO SUJETO A REDISEÑO.....	9
2.2.3 EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LAS OBRAS Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	10
2.2.4 INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES HIDRAULICOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	10
2.2.5 CALIDAD DE AGUA TRATADA Y SERVICIO DE DISTRIBUCIÓN.....	16

2.2.6 CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN

18

2.2.7	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO CON EL SOFTWARE EPANET(SIMULADOR EN MODELO ESTÁTICO Y DINÁMICO)	19
2.2.8	EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA RED EXISTENTE CON EL PROGRAMA EPANET	21
2.2.9	BASES DE DISEÑO	23
2.2.10	PERIODO DE DISEÑO.....	23
2.2.11	ANÁLISIS POBLACIONAL	23
2.2.12	POBLACIÓN ACTUAL.....	23
2.2.13	POBLACIÓN FUTURA	24
2.2.14	DOTACIÓN	25
2.2.15	VARIACIONES DE CONSUMO.....	25
2.2.16	CAUDALES DE DISEÑO	26
2.2.17	DISEÑO HIDRÁULICO	26
2.2.18	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.....	27
2.2.19	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	27
2.2.20	PROGRAMACIÓN DE OBRA	27
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.3	MARCO LEGAL.....	34
	CAPITULO III	37
	METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA	37
3.1	DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	37
3.1.1	UBICACIÓN	37
3.1.2	LÍMITES	37
3.1.3	MORFOLOGIA.....	39
3.1.4	CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA.....	39

3.1.5	TEMPERATURA	39
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	41
3.5	PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	42
3.6	DISEÑOS HIDRÁULICOS.....	44
3.7	DIAGNÓSTICO DE SISTEMA EXISTENTE.....	48
3.8	CÁLCULO DE LA RED ACTUAL DE DISTRIBUCIÓN CON EL PROGRAMA COMERCIAL EPANET	55
3.9	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PRESIONES DE LA RED ACTUAL DE DISTRIBUCIÓN CON EL PROGRAMA COMERCIAL EPANET	56
3.10	DETALLE ESTADISTICO	58
	GRAFICO No 4: Resultado	61
	GRAFICO No 5: Resultado	62
	GRAFICO No 6: Resultado	63
3.11	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS O LA IDEA A DEFENDER.....	64
	CAPÍTULO IV.....	65
4.1	OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO Y DEL MODELO HIDRÁULICO	65
4.2	FASES PARA EL DESARROLLO DE LA NUEVA RED DE AGUA POTABLE.....	66
4.3	PRESUPUESTO	80
4.3.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	80
4.3.2	PRESUPUESTO	80
4.3.3	CRONOGRAMA VALORADO DE LA RED DE AGUA POTABLE	83
4.3.4	RUTA CRÍTICA.....	84
4.3.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	84
	CAPITULO V.....	85
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85

5.1	CONCLUSIONES.....	85
5.2	RECOMENDACIONES	88
ANEXOS EN CD		
	<i>ANEXO No 1: EVALUACION FÍSICA DE TUBERIAS Y VALVULAS.....</i>	91
	<i>ANEXO No 2: VOLUMEN TANQUE DE RESERVA.....</i>	92
	<i>ANEXO No 3: RESULTADOS EPANET.....</i>	93
	<i>ANEXO No 4: PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</i>	94
	<i>ANEXO No 5: CRONOGRAMA VALORADO DE OBRA.....</i>	96
	<i>ANEXO No 6: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....</i>	97
	<i>ANEXO No 1: PLANO TOPOGRÁFICO Y NUEVO TRAZADO VIAL.....</i>	98
	<i>ANEXO No 2: PLANOS DOTACIÓN ACTUAL.....</i>	99
	<i>ANEXO No 3: PLANO RED EXISTENTE.....</i>	100
	<i>ANEXO No 4: PLANO REDISEÑO</i>	101

RESUMEN

El desarrollo de ésta tesis se basó para satisfacer el requerimiento de servicio de agua potable de la población actual y futura de los habitantes del barrio San Fernando y mejorar sus condiciones de vida, el sector está conformado por aproximadamente 2416 habitantes, y se encuentra ubicado al lado Este de la provincia de Pichincha a una altitud promedio de 2700 msnm.

El estudio y rediseño se realizó en dos etapas, la primera etapa: el trabajo de campo consistió en el reconocimiento del área de influencia, delimitación del área de estudio, observación de las galerías filtrantes ubicadas en el sector, encuesta socio económica realizada a los moradores del sector y la evaluación física de la red de distribución actual; en la segunda etapa el trabajo de oficina fue la evaluación hidráulica de la red existente y el rediseño del sistema de agua potable.

Para realizar la simulación del comportamiento de la red de agua potable actual y la red de diseño se utilizó el programa Epanet 2.0 en español, este programa se encuentra en el internet subido a la red por la Universidad de Cataluña y el programa es de descarga gratuita.

Para la tabulación de datos y realización de este presente trabajo de titulación se utilizara programas de cálculo y de redacción de Microsoft Office 2010.

El diseño de la red de agua potable se realizó con base a las normas INEN de diseño del Código Ecuatoriano de la Construcción Diseño de Instalaciones Sanitarias.

Se llegó a la conclusión que con la red actual existe pérdidas de presión en distintas áreas en horas pico, la mayor parte de la tubería está a una profundidad de 60 cm y es de asbesto cemento lo cual por el paso de transporte pesado la tubería re fisura y hay que hacer reparaciones constantes, por tanto para la población futura el caudal de dotación actual no será suficiente, por tanto es necesario cambiar toda la red de tubería y componentes de la red actual para un mejor funcionamiento y que pueda abastecer tanto a la población actual como futura, además es necesario rehabilitar las galerías que no están siendo encausadas hacia el tanque de reserva.

INTRODUCCIÓN

La memoria técnica descriptiva de los estudios del presente trabajo, comprende la totalidad de los aspectos poblacionales, sociológicos, económicos, y técnicos, que se considera para obtener una solución óptima en el diseño, el mismo que incluye lo siguiente: recopilación, análisis y conclusiones de la información previa obtenida, que permitirá posteriormente desarrollar los estudios definitivos, con base a los parámetros y bases de diseño, considerando la situación actual, realidad física, la infraestructura de servicios y normas vigentes en el país, aplicadas a la zona en estudio.

La principal ayuda a la comunidad, y el desarrollo de las localidades urbanas y rurales, en general se inician con el abastecimiento de agua potable.

La creciente demanda del servicio básico de agua en el barrio San Fernando, ha motivado a la comunidad del sector y a la municipalidad del Cantón Rumiñahui a realizar la evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema actual cuya finalidad es satisfacer la demanda actual y futura del servicio.

Es necesario el rediseño de la red de agua potable debido a que la tubería ha cumplido con su período de vida útil, los diámetros son insuficientes para transportar el caudal medio diario, y existe conexiones ilícitas por la falta de servicio, además debemos considerar que la red fue construida en el año de 1985 según datos proporcionados por los moradores y fue construida con el esfuerzo de la comunidad.

El área de estudio delimitado es de 157,40 hectáreas, por tanto es importante la evaluación, diagnóstico y rediseño el sistema de agua potable actual para contribuir con el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

El nuevo sistema de agua potable permitirá y garantizara una continua y suficiente dotación; el estudio se lo realizará de acuerdo a las normas INEN y técnicas del Código Ecuatoriano de la Construcción Diseño de Instalaciones Sanitarias y varios autores especialistas en agua potable.

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO POR CAPÍTULOS

CAPITULO I: EL PROBLEMA.- El objeto de la tesis es el planteamiento del problema, formulación del problema, sistematización, objetivos, alcance, justificación, hipótesis a defender.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.- Fundamentación teórica, marco conceptual, fundamentación legal.

CAPITULO III: METODOLOGÍA.- Tipos de encuestas, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de información, su procesamiento, análisis de los resultados, verificación de hipótesis, y la formulación de las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO IV: PROPUESTA DEL ESTUDIO.- datos informativos, objetivos, justificación, metodología, y el modelo operativo de ejecución de la propuesta.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- se determina las conclusiones y recomendaciones

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

“Evaluación, diagnóstico, y rediseño del sistema actual de agua potable del barrio San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha”.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de los diversos asentamientos urbanos y rurales requiere una solución a los problemas sanitarios y de salud pública; por lo que es importante implementar una infraestructura que satisfaga la demanda de agua potable de calidad a la población y que cumpla con todos los parámetros de diseño, análisis físico-químico y microbiológico.

El barrio San Fernando, actualmente cuenta con un sistema de agua potable que fue diseñado y construido en el año de 1985; por el tiempo transcurrido y desgaste de los materiales que fueron utilizados en esa época (asbesto cemento), ha ocasionado que el sistema de distribución de agua vaya perdiendo capacidad de servicio, lo que ha obligado a que los habitantes realicen conexiones ilícitas hasta su domicilio a través de mangueras de polietileno de 1/2”, por efecto del incremento poblacional, fugas (desgaste de material), conexiones clandestinas y consecuentemente disminución de presión en la red existente.

Al no realizar el estudio para abastecer de agua potable a todo el barrio San Fernando su desarrollo se verá afectado por el incremento de enfermedades gastrointestinales y otras causadas por no tener agua con propiedades físico-químico y bacteriológico adecuadas para el consumo de la población actual y futura.

Por la existencia actual de tuberías de agua potable con materiales que ya cumplieron su vida útil y continúan en servicio, siendo ineficiente sus instalaciones para el caudal requerido, es necesario reemplazar este tipo de tuberías para

cumplir con los requerimientos establecidos en las normas de agua potable y saneamiento.

Al no tener una adecuada protección la fuente de las galerías filtrantes y su respectivo encause hasta llegar a las cámaras de captación, puede producir a futuro muchos problemas en la salud de los habitantes del barrio San Fernando y de los sectores aledaños que consumen el líquido vital, de esta red existente.

La creciente población del sector en pleno desarrollo solicita mayor caudal, es necesario reactivar las galerías filtrantes abandonadas donde se está desperdiciando buena parte del caudal, el mismo que se puede encausar hacia las cámaras de captación y obtener mayor cantidad de agua para satisfacer las necesidades de la población actual y futura.

Determinar mediante un análisis físico químico y bacteriológico la calidad del líquido vital que está proporcionando la galería.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo realizar la evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua potable del barrio San Fernando para garantizar condiciones hidráulicas y sanitarias favorables que mejoren las condiciones de vida de las personas que habitan en el sector?

1.4 SISTEMATIZACIÓN

En el problema se encuentra las siguientes interrogantes que ayudarán a rediseñar el sistema de agua potable proyectado a 25 años para el beneficio del barrio San Fernando son:

¿la red de agua potable tiene un caudal insuficiente y el sistema actual resulta ineficiente para el abastecimiento de la población actual?

¿Qué tipo de conducción y captación se debe realizar para garantizar un proyecto viable?

¿Qué consecuencias presenta el barrio por el uso de un sistema de agua potable ineficiente?

¿La evaluación del sistema justifica efectuar un rediseño de la red de agua potable del barrio San Fernando?

¿El rediseño para la optimización del servicio de agua potable es técnica y económicamente ejecutable?

La ejecución de un proyecto de esta índole ayudará a mejorar las condiciones de vida de los habitantes del sector con el aporte y la ayuda de las autoridades del cantón este proyecto se puede hacer realidad.

1.5 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICO

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar y rediseñar del sistema de agua potable actual mediante la evaluación y estudio hidráulico para el beneficio de la población del barrio San Fernando.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar y diagnosticar las condiciones físicas e hidráulicas de las redes de distribución de agua potable actual.
- Conocer el incremento poblacional y los caudales necesarios para dotar del servicio de agua potable.
- Establecer los parámetros de diseño del sistema de agua potable.
- Ejecutar el balance hidráulico de las redes de distribución de agua potable de las redes implantadas en período extendido.
- Preparar el presupuesto referencial con los análisis de precios unitarios de la propuesta seleccionada del sistema de agua potable a construirse.
- Elaborar los respectivos planos de diseño finales.
- Garantizar las condiciones hidráulicas, sanitarias, permanencia del caudal y un periodo de diseño igual a 25 años.
- Especificaciones técnicas generales de los rubros a ejecutarse.

1.6 ALCANCE

La presente investigación está orientada a la evaluación, diagnóstico y rediseño hidráulico del sistema de agua potable del barrio San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, con la finalidad de evaluar la red existente y problemas actuales que tiene la población.

Se utilizarán normas vigentes y técnicas de referencia en curso y aporte bibliográfico de agua potable y saneamiento en zonas urbanas y rurales, de tal forma que nos ayude a optimizar recursos y sea más efectivo el rediseño del sistema de agua potable y la dotación a la población del sector.

1.7 JUSTIFICACIÓN

1.7.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Todo componente de un proyecto de abastecimiento de agua potable debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública o de bienestar social; el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del proyecto propuesto, la ampliación de cobertura del servicio o el mejoramiento de su calidad y eficiencia.

En la evaluación y rediseño del sistema de agua potable para el barrio San Fernando se puede proponer las soluciones más adecuadas para las condiciones del área del proyecto, garantizando su sostenibilidad financiera, la facilidad operativa a lo largo del tiempo de servicio y la sustentabilidad ambiental del entorno para poder mitigar los impactos negativos, operativos y constructivos.

Para el desarrollo de este proyecto se contará con la información y documentación proporcionada por la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) y adicionalmente se ejecutarán trabajos de campo en relación a catastro, encuesta socio-económica, aforo y análisis de calidad de agua, consumos, crecimiento poblacional, delimitación del área de cobertura, etc.

1.7.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Con el presente estudio se pretende brindar una solución a la falta de abastecimiento de agua potable al barrio San Fernando, mediante el rediseño del sistema de agua potable, para que su población realice sus actividades: domésticas, comerciales, etc, y con ello mejorar las condiciones de vida de la población.

1.7.3 JUSTIFICACIÓN DE RELEVANCIA SOCIAL

El estudio contribuirá con el desarrollo socio-económico del sector y el fortalecimiento de los barrios aledaños, proyectándose hacia un mejor estilo de vida para los habitantes de esta comunidad, como también hacia el progreso turístico del cantón Rumiñahui.

La construcción de la red existente de agua potable en el barrio San Fernando se realizó en año de 1985 según datos proporcionado por los moradores del barrio. Y la realización de la evaluación física por el tesista llegando a la conclusión que las calles transversales como la San Marcos, Palora, Pedro Moncayo, rio San José, rio Toachi, rio San Pedro, rio Pita, calle 15, H, J tienen instaladas tuberías de asbesto cemento las mismas que se encuentran en mal estado y la profundidad de cimentación no es la adecuada como los detalla las normas de diseño.

Para obtener una red de distribución que se adecue a las demandas de todo el barrio San Fernando se necesitará 19.979,07 m de tubería, PVC de diámetros de 2" – 4" - 6" para mejorar las condiciones de la población, y a las poblaciones aledañas que tienen un potencial turístico en el cantón Rumiñahui.

Este estudio ayudará a conocer y por ende la Dirección de agua Potable, Alcantarillado y Comercialización el costo del proyecto con el análisis de precios unitarios y sus respectivos reajustes, determinado si es viable realizar el proyecto con el presupuesto del estado o este tendrá una inversión compartida con la comunidad.

1.8 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

1.8.1 IDEA A DEFENDER

La evaluación diagnóstico y rediseño de la red de dotación de agua potable ayudara a mejorar las condiciones de vida de los habitantes del barrio San Fernando.

1.8.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Las condiciones actuales de la red existente

1.8.3 VARIABLE DEPENDIENTE

La calidad de vida de la población a partir de las condiciones del servicio de agua potable

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.2.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE

La mejor manera de evaluar las redes de distribución de un sistema de agua potable, es basándose en los objetivos de las mismas: llevar a cada uno de los usuarios una cantidad de agua que se considera racional, en una forma continua, a una presión adecuada, aun en las horas de máximo consumo; y además de una calidad que cumpla las normas de potabilidad.

Para que lo anterior se logre de una manera eficiente se requiere que la red sea estancada, es decir, que no existan pérdidas de agua en la red; y además que mantenga la calidad del agua. En otras palabras el agua que sale desde el tanque hacia la red sea potable, que no cambie esta condición en el transcurso de su paso por la red.

Manual del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS (1982).

Hay varios aspectos a determinar en una red de distribución de agua potable, uno muy importante es que no es la mejor red la que está transportando más agua. Una buena red es aquella que está logrando un uso racional del agua.

Cuando en una red hay un dispendio exagerado de agua, muchas veces este consumo es contraproducente porque provoca altas velocidades que a su vez provocan grandes pérdidas de carga y hacen que las presiones sean deficientes en ciertos sectores del área de distribución y consumo.

Un gran consumo se debe a fugas o desperdicios en unos sectores como consecuencia de lo cual puede haber déficit de agua en otro, lo que hace que el sistema se aparte de su objetivo inicial que es dar un buen servicio a todos.

Unos de los aspectos más importantes en las redes de distribución de agua potable es el mantenimiento del servicio durante las 24 horas del día sin interrupción.

Cuando suceden interrupciones del servicio, al realizar un vaciado de las tuberías, se producen presiones negativas que hacen que se introduzcan en las tuberías aguas externas que puedan estar contaminadas con todos los peligros que para la salud pública esto representa. Por consiguiente, el objetivo más importante es la continuidad. Para dar servicio continuo se requiere que los usuarios hagan uso racional del agua.

CEPIS (1982)

Las Normas de diseño de la EPMAPS-Q en el caso de ampliaciones de un sistema, el diseñador del proyecto, recomiendan que se debe realizar una evaluación del mismo, buscando obtener información sobre el funcionamiento general, la capacidad máxima real, la eficiencia y los criterios operacionales. Después del análisis debe diagnosticar si es posible mejorar o no los niveles de eficiencia del sistema. EPMAPS-Q (2012)

López Cualla, Ricardo Alfredo (2003) determinan La forma de evaluación de un sistema de distribución del agua potable es revisar todos los componentes del sistema ya que no es el sistema más eficiente la red que transporta mayor cantidad de agua sino la que tiene su eficiencia de transporte de agua en calidad cantidad y continuidad del servicio

La evaluación debe cubrir los siguientes puntos:

- Evaluación y diagnóstico de la red existente establecido en las normas INEN Código Ecuatoriano de la Construcción.
- Justificación proyecto sujeto a rediseño y diseño.
- Medición y diagnóstico el estado de las obras y componentes del sistema de distribución (galerías, válvulas de aire tanque de almacenamiento, tuberías, hidrantes, válvulas, etc.)
- Conocer la calidad del agua y del servicio de distribución, características biológicas y microbiológicas.
- Evaluación hidráulica de la red de abastecimiento con software simulador de diseño hidráulico (modelo estático y dinámico).

2.2.2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO SUJETO A REDISEÑO

Es imprescindible haber definido la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del estanque de almacenamiento, cumplidos estos requisitos se procederá al cálculo de la red de distribución, la importancia en esta radica en poder asegurar al sistema el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño. Arocha R. Simón (1977).

El Libro de Diseño Hidráulico y Agua Potable López Cualla, Ricardo Alfredo (2003) menciona que el agua ha recorrido muchos kilómetros por medio de grietas y cavernas producto de la filtración, el hombre en si las encuentra perforando pozos para obtener el líquido vital, las personas captan el agua de las vertientes, galerías filtrantes, encausándola por medio de canales abiertos y cerrados, tuberías, etc.

Las aguas superficiales encausadas se lleva a una planta de tratamiento o tanque de reserva para su desinfección antes de abastecer con este líquido a la población, donde son, tratadas para el consumo humano, después de haber pasado por un proceso físico químico y bacteriológico se distribuye a la población para su consumo.

Surgen muchos métodos de análisis de redes numéricamente complejos, pero de relativa facilidad de solución debido al alto grado de desarrollo en la capacidad de cálculo en los computadores modernos; uno de los últimos es el “método del gradiente”, hoy en día existen numerosos programas comerciales para modelación hidráulica redes de distribución.

Cabe señalar que los análisis obtenidos de dichos modelos jamás serán superiores a la calidad de los datos de entrada y no reemplazarán el análisis juicioso del ingeniero, que deben aplicar dichos resultados en condiciones técnicas, económicas y sociales de muy diversas naturaleza.

La evaluación de la red existente del sistema de distribución del agua potable se debe conocer si cubre con las demandas de la población actual y futura, en calidad cantidad, presión, utilizando las normas del código ecuatoriano de la construcción para su evaluación. Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C)

2.2.3 EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LAS OBRAS Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

Para realizar la evaluación y diagnóstico de un sistema actual se realiza el levantamiento topográfico del área del sector con esto se realiza un reconocimiento del sector para conocer los sitios que tienen problemas con la tubería existente, accesorios y problemas de presiones en horas de mayor consumo también se debe revisar los accesorios determinando su funcionamiento su uso y su vida útil. López Cualla, Ricardo Alfredo (2003)

2.2.4 INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES HIDRAULICOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

a.- GALERÍAS DE INFILTRACIÓN

Arocha R. Simón menciona una galería de infiltración consiste en una canalización, túnel o tubería ranurados, construidos por debajo del nivel freático de estratos acuíferos cercanos a ríos, de forma de interceptar la corriente, provocando su captación.

En el extremo superior se coloca una boca de inspección y en el inferior un pozo recolector, desde donde se conducen las aguas por bombeo o por gravedad. Según menciona el autor en. (1977)

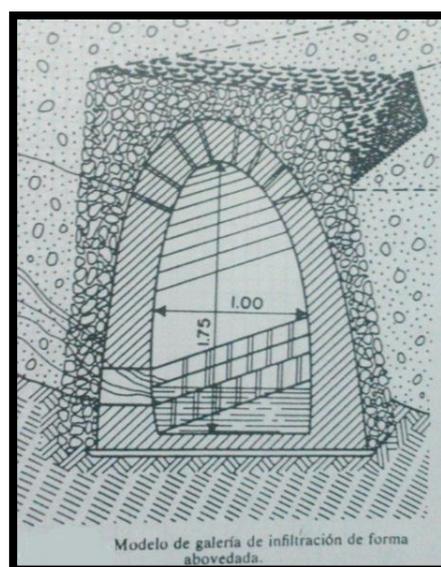


GRAFICO No. 05: Modelo de la galería de infiltración de forma abovedada.

FUENTE: Libro Teoría y diseño abastecimientos de agua Arocha R. Simón (1977).

En 1977, Arocha R. Simón pone su aporte sobre los modelos de galerías de infiltración con tubería y manifiesta que por su ubicación, las galerías de infiltración son captaciones donde puede admitirse que el Método de Equilibrio, desarrollo para fuentes subterráneas es aplicable, en tales condiciones se determina la permeabilidad mediante perforaciones de prueba y se hace luego el cálculo de la longitud requerida para la captación del gasto deseado. (p. 212)

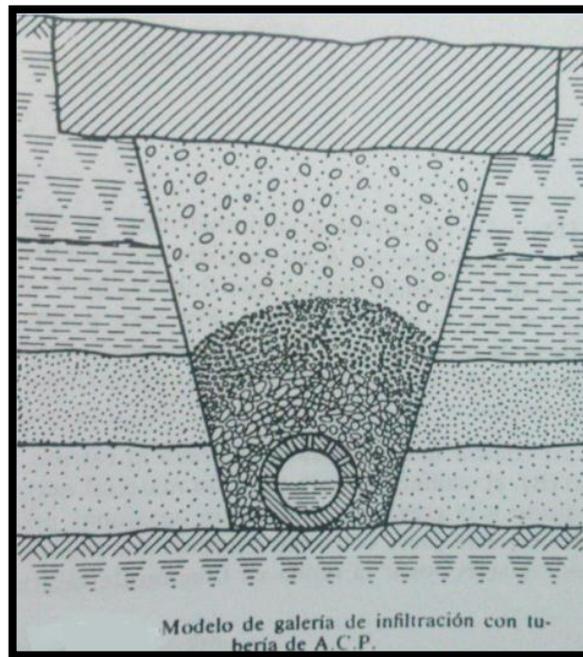


GRAFICO No. 06: Modelo de la galería de infiltración con tubería de A.C.P.

FUENTE: Libro Teoría y diseño abastecimientos de agua Arocha R. Simón (1977).

b.- TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DESDE LAS GALERÍAS DE INFILTRACION AL TANQUE DE RESERVA O PLANTA DE TRATAMIENTO

Es el conjunto de conductos destinados a transportar el agua desde la obra de toma pozos o galerías de infiltración que se encuentra en las montañas o en un sitio que las aguas superficiales salen y se les transporta hasta el tanque de reserva o planta de tratamiento, la conducción por gravedad, la tubería puede ser utilizada de diferentes materiales.

c.- VÁLVULA DE VENTOSA O DE AIRE

En las líneas de conducción con flujo a presión se debe prever suficientes accesorios que garanticen la salida del aire, que pueda estar bloqueando, al momento de llenado de la tubería.

La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del gasto.

La acumulación de aire puede ser ocasionalmente desplazada a lo largo de la tubería y provocar golpes repentinos e intermitentes a fin de prevenir este fenómeno deben colocarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado.

La colocación de ventosas o válvulas de expulsión de aire en tales puntos constituirá un factor de seguridad que garantizará la sección útil para la circulación del gasto deseado.

El aspecto de la ventosa es variado, pero en general, consta de un cuerpo vacío que contiene un flotador esférico y su funcionamiento consiste en que este flotador asciende cuando existe presión de agua el cual cierra automáticamente el orificio hacia el exterior. En cambio, si en la tubería de presión hay aire, este no es capaz de levantar el flotador, pero permite el escape del aire, que es expulsado al exterior.

Puntos altos se consideran todos aquellos donde existiendo una curva vertical se pasa de una pendiente positiva a una pendiente negativa y por ende conviene la instalación de la ventosa y las válvulas de aire.

La forma de conexión de la ventosa es mediante una rosca, la cuál puede ser conectada directamente a la tubería, como si fuera una llave maestra, o interponiendo una llave de paso del mismo diámetro, a fin de poder repararlo. Su instalación debe ser vertical, directamente sobre la tubería auxiliar con trazado ascendente.

Libro Teoría y diseño abastecimientos de agua Arocha R. Simón (1977 p.120)

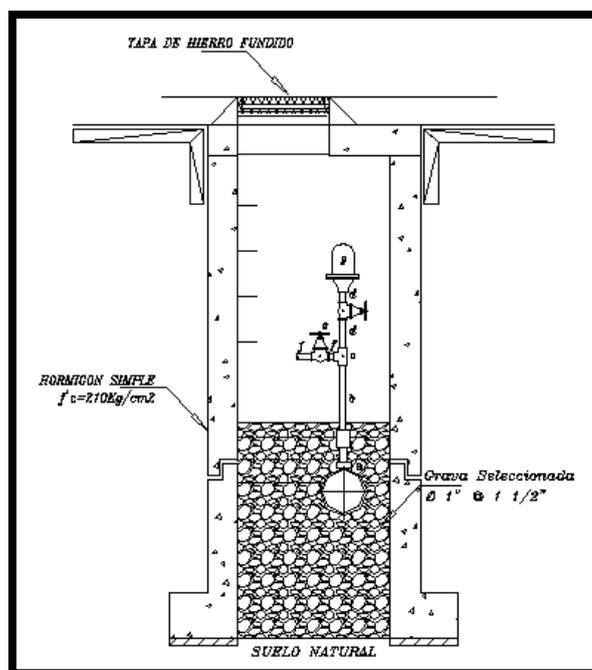


GRAFICO No. 07: Válvula de aire
FUENTE: Librería web bibliocad

d.- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Y VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO

El volumen de almacenamiento del tanque debe calcularse con base a los datos de consumo de la población y su distribución horaria.

La distribución horaria de consumo de una población depende en gran parte de las costumbres de sus habitantes, pero en general se puede establecer que siempre se presentarán unas horas de máxima demanda que coincidirán con las horas de la comida o en horas pico.

Los valores máximos de la demanda serán más extremos en poblaciones pequeñas donde las costumbres son más uniformes; ocurre lo contrario en poblaciones grandes, debido a la heterogeneidad de las costumbres.

Libro de Diseño Hidráulico y Agua Potable López Cualla, Ricardo Alfredo (2003)

Para poblaciones menores de 5000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 30% del volumen consumido al día.

El volumen contra incendios para poblaciones hasta 5000 habitantes no se considera almacenamiento., pero por seguridad de la población en caso de siniestro es recomendable considerar un volumen de reserva mínimo.

Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) recomienda que para poblaciones menores a 5000 habitantes no se considere volumen de emergencia. (2012 p. 44)

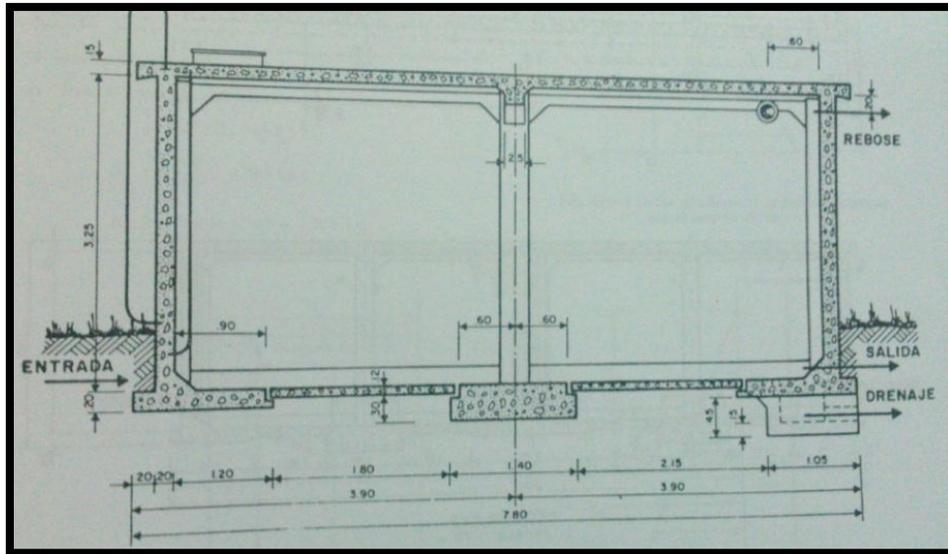


GRAFICO No. 08: Modelo de tanque de reserva.

FUENTE: Libro Teoría y diseño abastecimientos de agua Arocha R. Simón (1977).

e.- TUBERÍA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Los terrenos deben extenderse de propiedad pública, cuando las razones hidráulicas o de costos haya que utilizar terrenos privados, se deben establecer las servidumbres necesarias.

Para analizar las servidumbres se han de analizar diferentes alternativas del trazado que permitan la optimización del mismo desde el punto de vista de longitud, diámetro, accesorios y condiciones del suelo.

Se recomienda que la tubería este enterrada una distancia mínima de 0,60 m y que cuando la tubería de conducción este en sitios de alta carga como carreteras se incremente a un mínimo de 1.00m.

Libro de Diseño Hidráulico y Agua Potable López Cualla, Ricardo Alfredo (2003)

López Cualla, Ricardo Alfredo recomienda que cuando se vaya a cruzar ríos, quebradas y canales, es preferible realizar el paso enterrado al paso aéreo, debidos a los mayores costos y riesgos de seguridad. (2003)

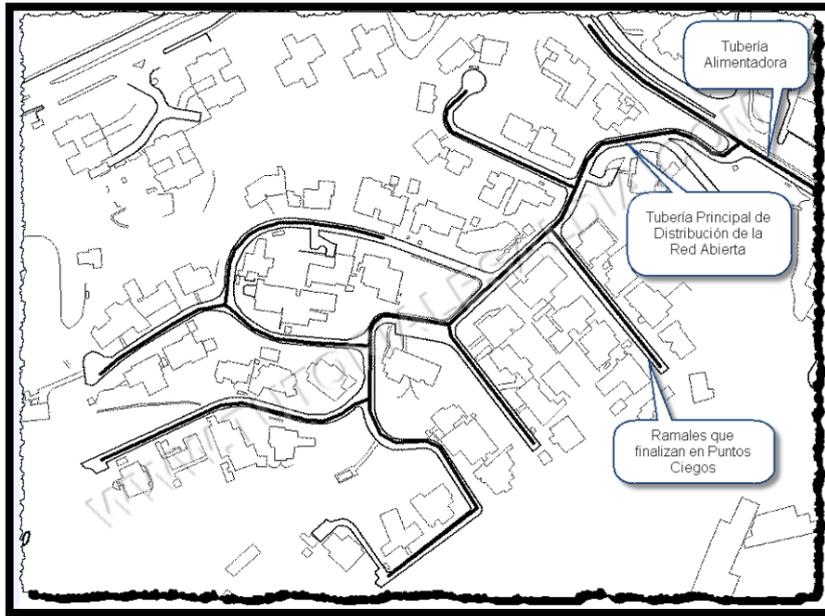


GRAFICO No. 09: Válvula de aire
FUENTE: Pagina web (Ingeniero civilinfo.com)

f.- VÁLVULA DE LIMPIEZA O PURGA

Simón Arrocha en su libro de teoría de abastecimiento de agua manifiesta que en las líneas de aducción con topografía accidentada, existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos más bajos, por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de los tramos de tubería.

g.- VÁLVULA

Las válvulas permiten el paso de agua en un solo sentido y se colocan en las tuberías aguas abajo donde el agua adquiere mayor velocidad y presión.

El diseño de abastecimiento de agua, válvulas automáticas de alivio, tienen la función de proteger a las tuberías de sobrepresiones, existen válvulas reductoras de presión que produce en su interior una pérdida de carga constante. Arrocha R. Simón (1977).

h.- HIDRANTE

Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) (2012) Define a Los hidrantes o bocas de fuego son dispositivos contra incendio que toma el agua de una

tubería a presión se instalaran procurando que entre ellos no haya distancias mayores de 300m.

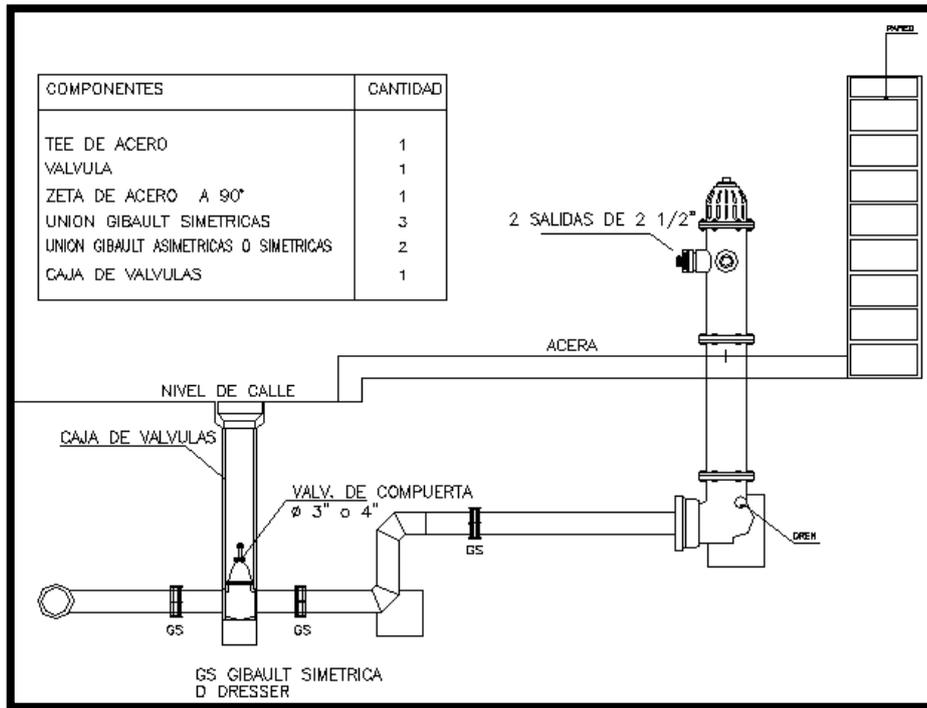


GRAFICO No. 10: Hidrante de 3" o 4"

FUENTE: bibliocad.com/biblioteca/detalle-hidrante

2.2.5 CALIDAD DE AGUA TRATADA Y SERVICIO DE DISTRIBUCIÓN

Para la realización del análisis de la calidad del agua en la red se hace a través de los procesos físicos químicos de transporte en las tuberías, mezcla en los nodos y tanques, reacciones de formación y decaimiento de los diferentes constituyentes en los elementos de la red y la adición de químicos en puntos determinados del sistema.

Es importante recalcar que con la utilización de equipos y programas de computación es posible analizar la calidad de agua a lo largo de las redes de distribución, se puede analizar la concentración de diferentes químicos.

Libro de Diseño Hidráulico y Agua Potable López Cualla, Ricardo Alfredo (2003)

Es de suma importancia el monitoreo de la calidad del agua considerando los límites permisibles de cada compuesto detallados en la norma INEN y el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C)

Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) (2012) recomienda que es necesario la potabilización del agua así no presente un color turbulento ni un olor extraño tampoco si no se puede ver a simple vista residuos, debemos clorarlo o realizar algún tratamiento de potabilización.

La cloración y desinfección del agua en los tanques de reserva se lo debe hacer por una persona que este capacitada para este fin de tal manera que garantice el proceso de desinfección y de esta manera se pueda distribuir el líquido vital a la población.

Todos los procesos de desinfección deben cumplirse como lo está indicando en las normas INEN y el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C).lo cual lo representaremos en un cuadro anexo. C.E.C. (2012)

PARAMETROS ANALIZADOS							
REQUISITOS FISICO QUIMICOS Y BACTEREOLOGICOS	UNIDAD	LIMITE	MÁXIMO PERMITIDO		RESULTADOS	VALORACION	
			MINIMO	MAXIMO			
	PARAMETROS NORMA INEN			RESULTADOS POLITECNICA NACIONAL		DE RESULTADOS	
Nitratos NO3	mg/l	10	10	40	0	mg/l	LIMITE
Nitritos NO2	mg/l	cero	0	0	0	mg/l	LIMITE
pH	—	7- 8,5	6,5	9,5	0	—	LIMITE
Cloro Residual	mg/l	0.5	0,3	1	1,5	mg/l	NO APTO
Coliformes Totales y Coliformes Fecales	NMP/100cm3	0	0	0	< 2,0	NMP/100 ml	NO APTO

CUADRO No 1: Tabla comparativa para analizar parámetros de los límites permisibles entre la Norma INEN y análisis de agua realizados por la Politécnica Nacional

Análisis físicos químicos de los elementos de la tabla comparativa.

Los nitratos NO3.- son elementos que ingresan al agua subterránea por la filtración de escorrentías la cual arrastran pesticidas, abonos y estiércol de animales, lo cual en las galerías filtrantes se encontró murciélagos y puede ser producto de que se aumente el nivel de los nitratos, no es peligroso al menos que se transformen en nitritos, al momento en el análisis esta en los límites permitidos.

PH.- en el análisis del agua se determinó que el agua es acida.

Cloro Residual.- se determina que el cloro no está haciendo efecto en los micro organismos ya que el pH está muy bajo y el agua es acida.

Coliformes totales y coliformes fecales.- Estas bacterias son productos de las infiltraciones de las aguas superficiales hacia las aguas subterráneas o ingresan a la tubería por las rupturas de las tuberías y al realizar las reparaciones necesarias, se encuentran en la tierra en el abono, en la sangre de los animales de sangre caliente, en sitios y sectores que aun tengan letrinas y no contengan sistemas de alcantarillado.

2.2.6 CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN

Es muy importante un recorrido por el sector realizando la encuesta socio-económica con las personas del lugar; ahí determinar las falencias y exigencias que demanda el sistema de la red de agua potable del sector y para nuestro estudio también ayuda a determinar qué nivel social, educación, cultura, actividades económicas, problemas de salud y problemas de presión de la red de agua potable que es lo que nos interesa para realizar los correctivos.

Libro de Diseño Hidráulico y Agua Potable López Cualla, Ricardo Alfredo (2003)

Con el fin de poder estimar la población futura es necesario realizar encuestas a sus habitantes y con esos datos tabulados hacer predicciones sobre su futuro desarrollo especialmente en su desarrollo comercial, turismo y desarrollo industrial.

Para conocer el número de habitantes para el diseñador de la nueva red de distribución es un parámetro básico el cálculo del caudal de diseño de agua potable.

En 1977 el estudio de Arocha R. Simón expone como determinar la característica económica social de una población puede evidenciarse a través del tipo de vivienda, el estudio presenta algunas consideraciones que permite evaluar este factor, al analizar para diversas zonas del país los consumos de agua en viviendas como: el insalubre rancho, la vivienda rural, casa quinta y la casa tradicional.

2.2.7 EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO CON EL SOFTWARE EPANET(SIMULADOR EN MODELO ESTÁTICO Y DINÁMICO)

El programa (Environmental Protection Agency) EPA está aportando con soporte tecnológico a diferentes países así como también la Universidad de Cataluña en el instituto de estudio de posgrado y maestrías han creado el programa IBER que es de libre acceso en el sistema informático y nos ayuda a determinar el sentido del recorrido de los encause, el programa EPANET que lo estamos utilizando al igual que otros programas utilizan cotas longitudes diámetros, de esta forma nos ayuda a contrarrestar problemas que podría causar una construcción empírica de la red de agua potable.

El programa para la realización de la simulación hidráulica y su elaboración está orientado a servir como una herramienta de cálculo que facilite el análisis de los resultados, permitiendo la variación de diversos parámetros y observando de manera rápida los resultados obtenidos con dichas variaciones de cálculo en presiones, velocidades, etc.

El aporte tecnológico de diferentes agencias de protección del medio ambiente es más fuerte cada día tanto agencias como universidades están trabajando arduamente para que la tecnología pueda ayudar a mitigar los problemas ambientales, para nuestro caso hemos utilizado el EPANET 2.0 para modelar un sistema de red de agua potable mediante el uso del programa y este estudio sea óptimo y nos proporcione datos que ayuden a mitigar los problemas de fallas en la red de agua potable.

El programa EPANET nos ayuda a modelar y a simular el comportamiento de una red de agua potable, no tiene limitaciones en cuanto a nudos, tamaño de la red en área de consumo, al correr el programa determina el caudal que circula por las tubería, los nodos de control, de consumo, presión, velocidad, nos ayuda a determinar fácilmente la columna de agua en cada nudo (mca), fácil de modelar y simular una válvula rotura de carga o válvula rompe presiones, bombas, tanques de reserva, etc.

La fácil accesibilidad y uso del programa ha ayudado a que más personas particulares y entidades públicas utilicen el EPANET para modelar y simular una

red de abastecimiento de agua potable ya que con este programa podemos simular en modelo en período estático y modelo período dinámico optimizando tiempo y recursos económicos.

2.2.7.1 MODELO ESTÁTICO

Este modelo nos ayuda a determinar el comportamiento de la red en ese momento que se activa el simulador para que nos de los datos de la simulación son datos que nos da en un instante dentro del periodo de las 24 horas, nos ayuda a determinar el caudal con la cual está funcionando el sistema y las presiones en los diferentes nodos.

2.2.7.2 MODELO DINÁMICO O PERIODO EXTENDIDO

El Manual de Epanet 2.0, España considera que este simulador nos ayudará a determinar el comportamiento de la red de agua potable de la población en diferentes horas en nuestro caso determinaremos el comportamiento a las 0, horas, 6 de la mañana, 12 de la mañana, 18 de la tarde y las 24 horas ahí podremos apreciar los sectores tienen bajas presiones o deficiencia de caudal.

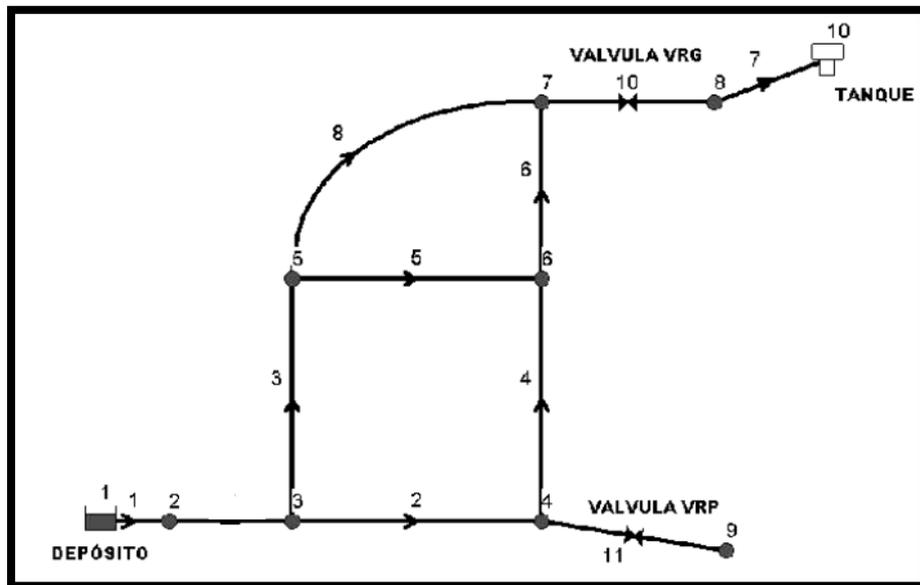


GRAFICO No 11: Modelación hidráulica con programa simulador
FUENTE: Manual de Epanet 2.0

2.2.8 EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA RED EXISTENTE CON EL PROGRAMA EPANET.

Para la evaluación hidráulica del sistema de la red de agua potable del barrio San Fernando utilizamos el programas EPANET 2.0 este programa es utilizado en la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) por tener las mismas condiciones que utiliza Hardy Cross en la hoja de cálculo.

El programa mencionado realiza 40 iteraciones hasta llegar a determinar las presiones en los nodos, caudal de diseño, velocidad.

Con los resultados obtenidos se puede realizar un diagnóstico de la red actual; determinamos que las presiones más bajas están en los 2 primeros nodos donde las presiones no llegan a los 10mca, estos nodos están cerca al tanque de reserva.

Los nodos aguas abajo sobrepasan los 20 y 30 mca, en estos nodos ya se tienen presiones altas y por ende problemas de ruptura de tuberías, por el material que es de asbesto cemento y su cumplimiento del tiempo de vida útil; podemos también acotar que la profundidad es de 60cm de cota de cimentación de la tubería.

DATOS BASICOS PARA LA SIMULACION DE LA RED					
Descripción					
Cota de los nudos					
Cota de la tubería					
Diametro de la tubería					
Longitud de la tubería					
Diámetro de valvulas					
caudal medio diario en cada tubería					
La rugosidad, constantes e indices de dan por default del programa.					

CUADRO No 4: Datos básicos que se ingresa para el cálculo
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Los parámetros de velocidad para el análisis en el programa o simulador Epanet se mantiene con la velocidad mínima de 0,30 m/s Y la velocidad máxima de 5m/s

Los datos por default se dan al determinar el tipo de material a ser utilizado en la modelación del sistema de la red de agua potable.

NODOS INGRESADOS PARA EL SIMULADOR

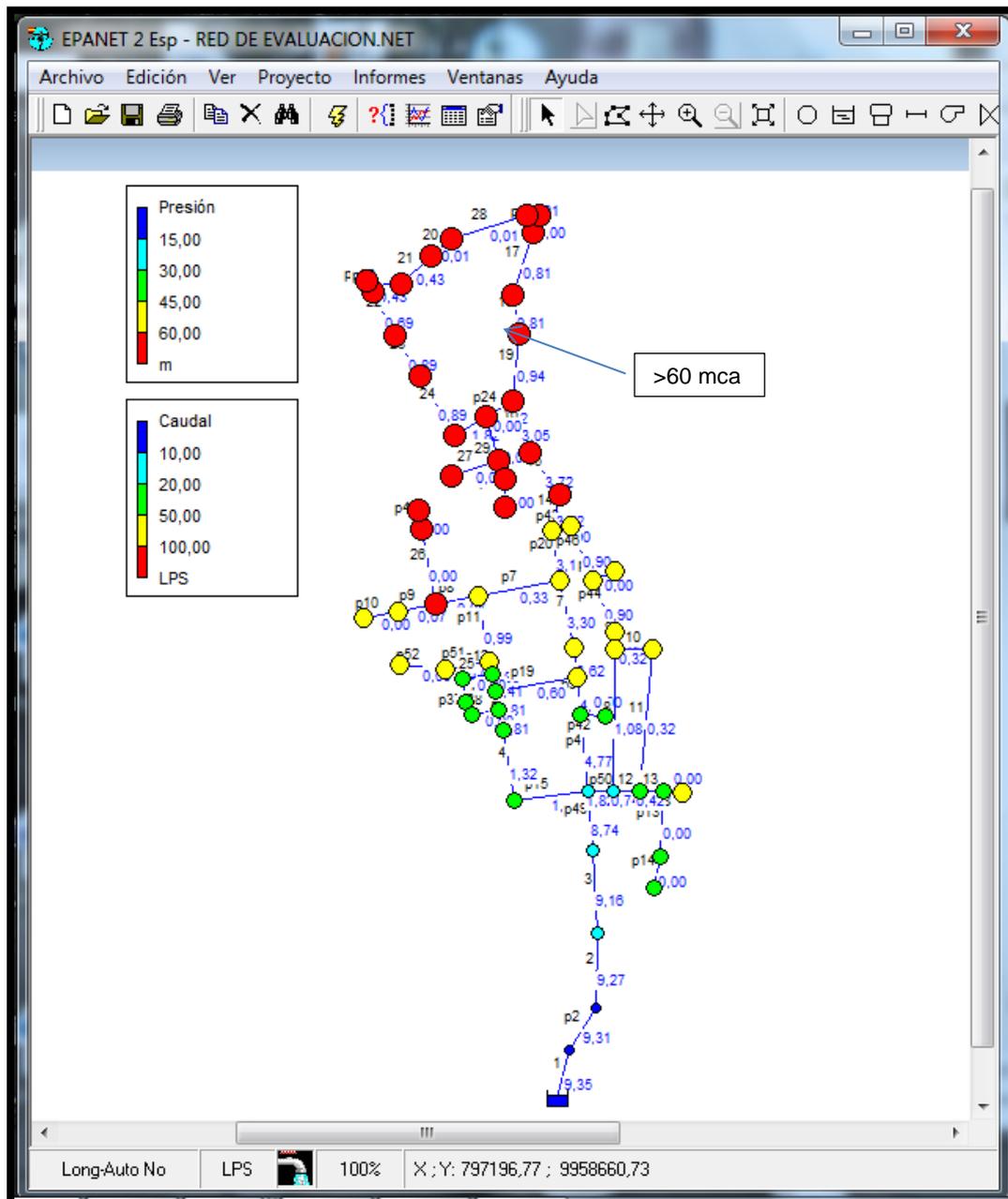


GRAFICO No 12: Modelación del sistema de agua potable del Barrio San Fernando

FUENTE: Simulador hidráulico Epanet

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Los nodos (**ver Gráfico No 12**) que corresponden a más de la mitad del área de consumo sobrepasan los 60mca lo cual debemos colocar válvulas rompe presiones para no tener inconvenientes a futuro con daños en la tubería y daños en los accesorios de la red de distribución de agua potable.

2.2.9 BASES DE DISEÑO

Para obtener un diagnóstico y posterior rediseño del sistema de agua potable se utilizará el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) Diseño de instalaciones sanitarias parte 9 será utilizado estas normas porque son las que rigen en todo el Ecuador.

2.2.10 PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo durante el cual la obra cumple su función satisfactoriamente.

El Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) (2012) hace referencia a los criterios constructivos de los sistemas de abastecimiento de agua potable de las obras del sistema durante el período de diseño escogido.

Para la selección del periodo de diseño se debe considerar los siguientes parámetros:

- Tipo de material de la red
- La vida útil del material de la red de distribución de agua potable
- El crecimiento y desarrollo de la población futura.

De acuerdo a estos aspectos se adopta como periodo de diseño 25 años.

2.2.11 ANÁLISIS POBLACIONAL

La población es un dato fundamental para dimensionar todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable y es necesario realizar encuestas para conocer sus aptitudes, cultura, nivel social y económico.

2.2.12 POBLACIÓN ACTUAL

La población actual para el año 2013, representa el número de habitantes que se encuentran en el Barrio San Fernando y de acuerdo al resultado de la encuesta socio económica realizada en el mes de septiembre la población es de 1357 habitantes de acuerdo a encuesta sin considerar población flotante que para nuestro estudio tenemos que considerar 6 habitantes por lote.

2.2.13 POBLACIÓN FUTURA

Para determinar la población futura se utiliza el índice de crecimiento poblacional del INEC (censo 2001-2010) del Cantón Rumiñahui que es 2.94%.

INDICE DE TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL					
CANTON RUMIÑAHUI					
CENSO AÑO 2010 realizado por el INEC					
AREA No 1705					
SEXO	CASOS	%	ACUMULADO	CATEGORIAS	T.C. %
HOMBRE	41917	48,82	48,82	HOMBRE	2,9
MUJER	43935	51,18	100	MUJER	2,98
TOTAL	85852	100	100	TOTAL	2,94

CUADRO No 5: Índice de crecimiento poblacional
FUENTE: Archivos INEC
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

La proyección poblacional hasta el año 2038 se la determinará aplicando los siguientes métodos:

2.2.13.1 MÉTODO GEOMÉTRICO

Supone que la tasa de incremento es proporcional a la población. Es decir que el crecimiento por unidad de tiempo es proporcional en cada tiempo. Para el cálculo de la población futura se tiene la siguiente fórmula:

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

De donde:

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

n = Periodo de diseño en (años)

r = Tasa de crecimiento (%)

2.2.13.2 MÉTODO ARITMÉTICO O LINEAL

Se basa en el hecho de que la variación de la población con respecto al tiempo es constante e independiente de que tan prolongado sea éste, es decir las tasa de crecimiento poblacional son constantes. Para el cálculo de la población futura se tiene la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a (1 + r \times n)$$

De donde:

P_f = Población futura (habitantes)

P_a = Población actual (habitantes)

n = Periodo de diseño en (años)

r = Tasa de crecimiento (%)

2.2.14 DOTACIÓN

Es la cantidad de agua que se necesita por día para satisfacer las necesidades domésticas, comerciales, públicas e industriales.

2.2.15 VARIACIONES DE CONSUMO

Para cubrir las necesidades de la población futura tanto en el día de consumo medio, como el consumo en las horas pico de cada día, se realiza el cálculo de variaciones de caudal que garantice un adecuado servicio continuo en la distribución del líquido vital:

Caudal medio (Q_{med}): es el consumo medio anual diario se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{P \times D}{1000 \times 86400}$$

De donde:

P = Población futura al periodo de diseño

D = Dotación (lt/hab/día)

Diseño Hidráulico y Agua Potable López Cualla, Ricardo Alfredo (2003)

Caudal máximo diario ($Q_{\text{max. día}}$): el requerimiento diario correspondiente al mayor consumo diario, se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{\text{max. día}} = k_{\text{max. día}} \times Q_{\text{med}}$$

De donde:

$K_{\text{max.día}}$ = es el coeficiente de variación del consumo máximo diario, el Código Ecuatoriano de la Construcción recomienda utilizar los siguientes valores:

$$K_{\text{max.día}} = 1.3 - 1.5$$

Caudal máximo horario (Q_{mh}): es el requerimiento máximo horario corresponde al mayor consumo horario y se calcula en base a la siguiente fórmula.

$$Q_{\text{max. hor}} = K_{\text{max. hor}} \times Q_{\text{med}}$$

De donde:

$K_{\text{max.hor}}$ es el coeficiente de variación de consumo máximo horario, el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) recomienda utilizar los siguientes valores:

$$K_{\text{max.hor}} = 2 - 2.3$$

2.2.16 CAUDALES DE DISEÑO

Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) (2012) hace mención las siguientes definiciones así como en los caudales de diseño para las diferentes partes de un sistema de agua potable se usarán los valores que constan en la tabla V.5 del Código Ecuatoriano de Construcción. Diseño de Instalaciones Sanitarias.

2.2.17 DISEÑO HIDRÁULICO

Para diseño hidráulico de las redes de distribución se utilizará el software EPANET, el mismo que permite modelar el funcionamiento hidráulico de las redes

y se obtendrá el diseño más óptimo en lo que se refiere a presiones, velocidades, diámetros y costo.

2.2.18 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

Se detallará las especificaciones técnicas de obra civil, relacionadas a la ejecución de la obra bajo criterios del Código Ecuatoriano de la Construcción.

2.2.19 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN

El presupuesto general para el sistema de abastecimiento de agua potable se desarrollará con el análisis de precios unitarios realizando el desglose de todos los rubros necesarios en la construcción del proyecto.

2.2.20 PROGRAMACIÓN DE OBRA

Se elaborará una planeación, ejecución y control de todas las actividades, obras y componentes de este proyecto y su inversión mensual desde el inicio de la ejecución hasta la conclusión del mismo, esta programación se elaborara con el programa informático Microsoft Office Project 2007.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presenta las definiciones de los términos conceptuales según las Normas de diseño de sistemas de agua potable del Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C).

Agua potable: Es el agua que reúne los requisitos que la hacen apta para el consumo humano, debe estar exenta de microorganismos como coliformes fecales y coliformes totales capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales.

Accesorios: elementos que son utilizados para la conformar una red de un sistema de agua potable como tees, uniones, codos, giboult, válvulas, etc.

Agua subterránea: Se formar por la infiltración de las lluvias y por las aguas superficiales que se encuentra en la zona de saturación. Incluye cursos de agua subterránea.

Alcalinidad: Capacidad del agua para neutralizar a los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos ($\text{CO}_3\text{-CO}_2$), bicarbonatos (HCO_3^-) e hidróxidos (OH^-). La alcalinidad se expresa en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio (CaCO_3).

Análisis físico-químico del agua: Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

Análisis microbiológico del agua: Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos coliformes totales y coliformes fecales.

Bocatoma: Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de agua potable.

Galerías: definición que tiene el lugar o sitio donde se filtran las aguas superficiales y se adecua para ser encausados por una tubería hacia el tanque de reserva.

Calidad del agua: Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua y que las hacen adecuadas para un determinado uso.

Capacidad de almacenamiento: Volumen útil máximo de agua que puede retenerse en un tanque de reserva y distribución.

Capacidad nominal: Es la capacidad de un elemento correspondiente al caudal de diseño.

Capacidad hidráulica: Es la capacidad máxima de un elemento, generalmente en exceso de la capacidad nominal

Captación: Estructura que permite derivar la cantidad necesaria de agua desde la fuente de abastecimiento hacia el sistema de conducción o tratamiento de agua potable.

Catastro de redes: Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material, año de instalación y evaluación de su estado físico y operativo.

Caudal de diseño: Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un proyecto determinado de agua potable.

Caudal de incendio: Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios.

Caudal máximo diario: Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año.

Caudal máximo horario: Consumo máximo durante una hora de mayor demanda por la comunidad observado en un período de un año.

Caudal medio anual: Es el caudal de agua incluyendo pérdidas por fugas y consumidos en promedio por la comunidad.

Caudal medio diario: Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Circuitos: Conjuntos de tuberías con topología en forma de mallas o circuitos cerrados.

Cloración: Aplicación de cloro, o compuestos de cloro, al agua residual para desinfección; en algunos casos se emplea para oxidación química o control de olores.

Cloro residual: Concentración de cloro remanente en cualquier punto del sistema de distribución de agua, después de que al agua se le ha aplicado alguna concentración de cloro determinada y se le ha sometido a un tiempo de contacto determinado.

Coefficiente de rugosidad: Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

Columna de descarga: Es la suma de las columnas de descarga estática, las pérdidas por fricción en la descarga y la columna de velocidad en la descarga.

Columna estática total: Es la distancia vertical existente, desde el nivel de suministro hasta el nivel de descarga libre del líquido.

Conducción: Conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua cruda procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta los tanques de almacenamiento o la planta de tratamiento.

Conducción a gravedad: Estructura que permite el transporte del agua utilizando la energía hidráulica.

Conducción por bombeo: Estructura con flujo a presión en la cual la energía necesaria para la circulación del agua es provista por una bomba.

Conexiones domiciliarias: Tomas o derivaciones que conducen agua potable desde la tubería de distribución (red menor) hasta un domicilio.

Consumo: Volumen de agua potable utilizado por el Cliente o Usuario en un período determinado.

Demanda media diaria (Dmd): Es la demanda total de agua de un sistema y que resulta de la suma de las demandas no domésticas y las pérdidas físicas.

Demanda máxima diaria (DMD): Es la demanda del día de máxima demanda. Es igual a la Demanda promedio diaria (DPD) multiplicada por un factor de demanda máxima diaria.

Desinfección: Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

Diámetro interno: Diámetro real interno de conductos circulares.

Diámetro nominal: Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

Dotación: Cantidad de agua asignada, en los estudios de planeamiento y diseño de sistemas de agua potable, a un habitante para cubrir su consumo; es expresada en términos de litro por habitante por día.

Flujo a presión: Se obtiene cuando la gradiente hidráulica está sobre la corona del tubo de conducción.

Fuente de abastecimiento: Depósito o curso de agua superficial o subterránea, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

Fugas: Cantidad de agua que se pierde en un sistema de agua potable por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

Hidrante: Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión y alimentación de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

Válvulas de control

Se coloca en la red de distribución para regular el caudal de agua por sectores y para realizar la labor de mantenimiento y reparación.

Válvulas de paso

Las válvulas de paso sirven para controlar o regular la entrada del agua al domicilio, para mantenimiento y reparación de las redes de agua.

Válvulas de purga o desagüe (VD)

Las válvulas de purga se colocan en los puntos más bajos del terreno que sigue la línea de conducción y sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería.

Válvulas de aire (VA)

La acumulación de aire puede ser ocasionalmente desplazada a lo largo de la tubería y provocar golpes repentinos e intermitentes a fin de prevenir este fenómeno deben colocarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado. La colocación de ventosas o válvulas de expulsión de aire en tales puntos constituirá un factor de seguridad que garantizará la sección útil para la circulación del gasto deseado. El aspecto de la ventosa es variado, pero en general, consta de un cuerpo vacío que contiene un flotador esférico y su funcionamiento consiste en que este flotador asciende cuando existe presión de agua el cual cierra automáticamente el orificio hacia el exterior. En cambio, si en la tubería de presión

hay aire, este no es capaz de levantar el flotador, pero permite el escape del aire, que es expulsado al exterior.

Mantenimiento: Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

Operación: Conjunto de acciones para mantener en funcionamiento un sistema.

Parámetros de diseño: Criterios seleccionados o preestablecidos con los que se diseñan y construyen cada uno de los elementos de un sistema de agua potable.

Pérdida de carga: Disminución de la carga hidráulica total de un fluido debido a las pérdidas por fricción y menores que se presentan con el flujo de este a través de un conducto.

Pérdidas por fricción: Pérdida de la carga hidráulica causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto.

Perfil hidráulico: es un corte a través de un elemento del sistema de agua potable que muestra el nivel de agua en cada una de sus partes bajo condiciones de operación normal.

Período de diseño: Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

Población flotante: Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio corto de tiempo por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.

Población futura: Número de habitantes que se tendrá al final del período o etapa de diseño.

Potabilización: Es la corrección de la calidad del agua para hacerla apta para el consumo humano.

Presión dinámica: Cota piezométrica en el sistema de distribución cuando hay el consumo de diseño de la red.

Presión estática: Carga de energía o presión en el sistema de distribución cuando no hay consumo de agua.

Presión interna: Corresponde a la presión interna máxima a la que estará sometida la tubería durante su vida útil; valor derivado del diseño hidráulico y del cálculo de la sobrepresión máxima que pueda llegar a generarse por efectos de golpes de ariete en el sistema.

Proyecto: Especificaciones técnicas generales, EPMAPS-Q describe la definición como el conjunto de documentos que describen y definen la obra de acuerdo a los cuales deberán ejecutarse la misma. El proyecto es el conjunto de planos, especificaciones técnicas, presupuesto, normas y recomendaciones.

Red de distribución: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua tratada desde el tanque de reserva o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

Sedimentación: Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se depositan por gravedad en el fondo del conducto.

Sistema: Grupo de elementos y componentes de un sistema de agua potable que se encuentra construido; agrupa la captación, conducción, tratamiento y distribución de agua potable.

Sistema de control: El sistema de control permite mantener variables de un proceso dentro de un rango de operación, tomando acciones a partir de comparar el valor deseado con el valor requerido. Un sistema de control está compuesto usualmente por los siguientes elementos: Instrumentación de medición-transductor, transmisor, controlador, actuador y sistema de registro.

Tanque de reserva y distribución: Depósito cerrado en el cual se mantiene una provisión de agua suficiente para cubrir las variaciones horarias del consumo, la demanda para combatir incendios y la demanda de agua durante emergencias.

Tubería: Son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro

Vida útil: Lapso después del cual una obra o estructura puede ser reemplazada por inservible. (C.E.C) (2007)

2.3 MARCO LEGAL

En el Ecuador existen varias normas, decretos y reglamentos que han sido establecidos por la Asamblea Constituyente, Presidencia de la República, Municipios, etc. Este contexto legal comprende principios básicos de la utilización de los recursos no renovables.

De acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador, Asamblea Constituyente de 2008, cita los siguientes artículos textuales:

CAPÍTULO PRIMERO ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado:

Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

CAPÍTULO SEGUNDO

DERECHOS DEL BUEN VIVIR

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14.- Se conoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

CAPÍTULO QUINTO

RÉGIMEN DE DESARROLLO

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la

naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación.

Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

CAPÍTULO SEGUNDO

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Art. 375.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual:

Garantizará la dotación ininterrumpida de los servicios públicos de agua potable y electricidad a las escuelas y hospitales públicos.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

SECCIÓN SÉPTIMA

SALUD

Art.32.- La salud es un derecho que garantiza el estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

DERECHO DE LIBERTAD

Art.66 - Numeral 2.-el derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

Art. 264 - numeral 4.- Prestar los servicios de agua potable, alcantarillado, depuración de las aguas residuales, de manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

SECTORES ESTRATÉGICOS, SERVICIOS Y EMPRESAS PÚBLICAS

Art. 314.- El estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.

SECCIÓN TERCERA

FORMAS DE TRABAJO Y SU RETRIBUCIÓN

Art. 326 - numeral 15.- Se prohíbe la paralización de los servicios públicos de salud y saneamiento ambiental, educación, justicia, bomberos, seguridad social, energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, producción hidrocarburífera, procesamiento, transporte y distribución de combustibles, transportación pública, correos y telecomunicaciones. La ley establecerá límites que aseguren el funcionamiento de dichos servicios. Constitución de la República del Ecuador. (2008)

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

3.1 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

3.1.1 UBICACIÓN

El cantón Rumiñahui se encuentra a una altitud de 2560 msnm, sus coordenadas UTM son 783840,73 – 9963119,88, su posición de coordenada está en el parque turismo

El barrio San Fernando se encuentra en la parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui provincia de Pichincha ubicado geográficamente en las coordenadas 787128,14 – 9958648,13 su altura promedio es de 2650 msnm, con una población aproximada de 2200 habitantes.

3.1.2 LÍMITES

En el cantón Rumiñahui se encuentra en el Valle de los Chillos su capital es la ciudad de Sangolquí, tiene una extensión de 134 km², está limitado en el norte por el cantón Quito, el río San Pedro es el límite geográfico y orográfico natural entre estos dos cantones los cuales se encuentran unidos por la autopista General Rumiñahui, que une la ciudad de Quito con las diferentes parroquias del cantón, la vía a Guangopolo que une con el valle de Tumbaco del cantón Quito, al sur está el monte Pasochoa y el cantón Mejía, la vía Amaguaña - Tambillo que une con las vías que se dirigen a la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas y las provincias del centro del país al este se encuentran las parroquias de Alangasí y Pintag limitado por el río Pita, la vía Pifo - Pintag que también une al valle de Tumbaco, al oeste el río San Pedro y las parroquias de Amaguaña y Conocoto.

El barrio San Fernando está limitado por:

Norte: Club los Chillos.

Sur: intersección de vía San Fernando y barrio La Libertad de Pinllacoto

Este: rio Santa Clara.

Oeste: hacienda Miraflores, rio Chicauco y laderas del barrio San Vicente.



GRAFICO No. 01: Ubicación del Proyecto en el Ecuador

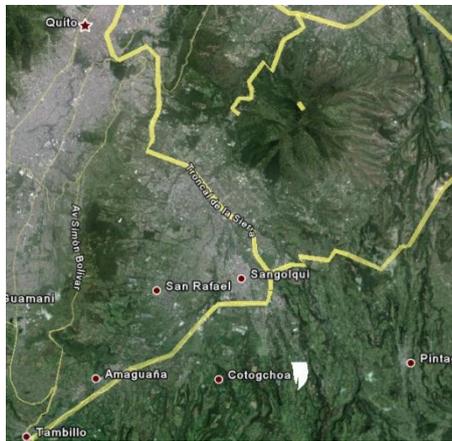


GRAFICO No. 02: Ubicación del proyecto en la Provincia del Pichincha



GRAFICO No. 03: Ubicación del proyecto en la Parroquia Sangolquí

FUENTE: Página web Google earth

3.1.3 MORFOLOGIA

Por el cantón Rumiñahui atraviesan varios ríos, los mismos que constituyen la orografía del cantón y los más importantes son: río San Pedro al oeste y parte norte del cantón y el río Pita al este.

La topografía del cantón es irregular que tiene una cota sobre el nivel del mar desde 2500msnm en la parte más baja hasta una altura de 2900msnm en las partes más altas.

El barrio San Fernando tiene una topografía irregular en toda su área y extensión por lo que se considera la cota más alta que es el del tanque de reserva a una altura de 2705 y 2601,70 considerado como la cota más baja.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

Los factores climáticos son muy importantes para estos estudios, la lluvia en el sector es frecuente desde el mes de agosto al mes de marzo y éstos son los meses de mayor precipitación.

El clima en el sector es templado propicio para la agricultura y ganadería, los solsticios de verano producen grandes sequías, los meses de verano va de abril a junio y son los de mayor sequía.

En los meses de mayor precipitación las infiltraciones a las galerías filtrantes es mayor por ende tenemos mayor caudal en las tuberías de conducción de las galerías hacia el tanque de reserva, en los solsticios de verano tenemos un pequeña escases del líquido vital.

3.1.5 TEMPERATURA

La temperatura es un elemento muy importante, dentro del valle y el sector de estudio el clima varía entre 8 y 25°C.

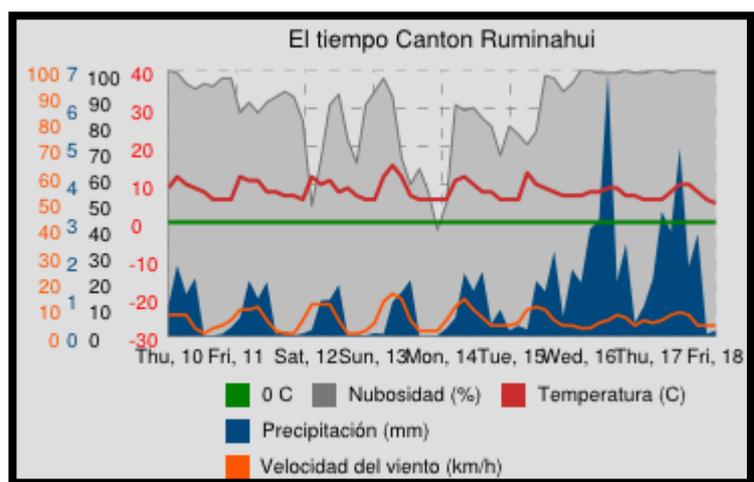


GRAFICO No. 04: Tiempo en el cantón Rumiñahui

FUENTE: Getamap.net

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de metodología que se utilizará en esta propuesta, está basada en el método de estudio descriptivo - observacional, porque permite obtener y ordenar los conocimientos de una forma sistemática y concisa.

Este tipo de método ayuda a demostrar utilizando varios elementos, como por ejemplo: la recolección de datos, análisis e interpretación de resultados, la observación y la comprobación.

Para la recopilación de la información básica como: Población, servicios básicos entre otros; se realizó una encuesta socio económicas para determinar el número de habitantes, actividad económica, tipos de vivienda y actitudes.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población total del barrio San Fernando es de 1357 habitantes aproximadamente en la actualidad sin considerar la población flotante, según el resultado de las encuestas socioeconómicas realizadas en el sector, considerando la población flotante del sector es de 6 habitantes por lote sin información lo cual tenemos un resultado de la población actual del Barrio San Fernando es de 2416 y de acuerdo al último censo realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

3.4.2 FUENTES SECUNDARIAS

Técnica documental: Es el procedimiento de recolección, obtención e interpretación de la información referente al tema determinado; basado en la revisión de libros, folletos, documentos, manuales, revistas e internet.

3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.5.1 RECONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Este punto se realiza con visitas a la población para conocer todo lo referente a fuentes de servicio de agua potable, enfermedades más comunes en la población, forma de eliminación de las aguas residuales, tipo de suelo, número de habitantes, infraestructura del sistema, condiciones económicas y sociales.

3.5.2 TRABAJO DE CAMPO

Consiste en realizar el levantamiento topográfico, encuesta socioeconómica, inventario y un recorrido para obtener datos de todos los componentes del sistema de agua potable existente, en el que se detallará la longitud de tuberías de la red actual, su presión de trabajo, las condiciones físicas en las que se encuentran, el tipo de abastecimiento, las dimensiones y capacidad de los tanques de almacenamiento, se recabará toda esta información con la finalidad de elaborar los planos correspondientes.

3.5.3 TRABAJO DE OFICINA

Para el procesamiento de la información obtenida se realizará:

3.5.3.1 CÁLCULOS PARA LA POBLACIÓN DE DISEÑO FUTURA

Para este cálculo se aplicará los métodos aritmético y geométrico, para establecer la proyección de la población para el período de diseño y se utilizará herramientas informáticas como la hoja electrónica Excel de Microsoft office para los cálculos correspondientes.

3.5.3.2 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Por la topografía del sector se determina que la conducción se realizará a gravedad porque utilizaremos las pendientes y la del terreno para este fin.

Seguidamente se procederá a determinar.

- Población Futura
- Áreas de Servicio
- Densidad Poblacional
- Dotación de agua
- Cálculo de Caudales de diseño
- Volumen de almacenamiento
- Diagnóstico del sistema existente
- Cálculo de la red de distribución actual en el programa comercial Epanet
- Rediseño del sistema
- Cálculo de la nueva red de distribución con el programa Epanet.

3.5.3.3 ELABORACIÓN DE PLANOS

Radica en elaborar los diferentes planos empezando por el plano topográfico del barrio San Fernando, indicando la ubicación de las tuberías, tees reductoras, válvulas, válvulas reductoras de presión, codos, tees, cruz, reducción, tapón, hidrantes, tanques de reserva, fuentes de abastecimiento y en donde se conocen sus diámetro, tipo de material, presión de trabajo, caudal medio diario, dimensiones de la red actual ayudado del autocad y modelado en el Epanet.

3.5.3.4 PRESUPUESTO REFERENCIAL

Estos rubros se hacen del análisis de precios unitarios para establecer el costo final, el mismo que se realizará de la siguiente manera:

CD= Costo Directo el cual incluye mano de obra, material y equipo.

CI= Costo Indirecto, que comprende entre otras cosas gastos de administración, seguros, etc.

CT= Costo Total

CT= CD + CI

3.5.3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los resultados del trabajo de campo realizado y con el fin de resolver el problema planteado y alcanzar los objetivos de la investigación se utilizará análisis estadísticos para su explicación e interpretación, los que aportarán para dar soluciones efectivas, para el análisis de resultados se deberá:

Analizar los resultados que están relacionados con los objetivos o la idea a defender.

Interpretación de los resultados, utilizando las formulas y el apoyo del marco teórico.

La encuesta socio económica del sector que permitirán obtener conclusiones para el desarrollo de ésta propuesta.

3.6 DISEÑOS HIDRÁULICOS

3.6.1 POBLACIÓN FUTURA

Para el cálculo de la población futura se realizó la encuesta socio económica de 30 manzanas (**ver Anexo No 1 en el cd adjunto**), encontrándose que 4 de ellas son inhabitadas, por tanto se tomaron en cuenta los datos de 26 manzanas de la totalidad de manzanas, con esto se pudo determinar que la población promedio por lote es de 6 habitantes en el sector.

No MANZANAS ENCUESTADAS	No LOTES	TOTAL POBLACIÓN INVESTIGADOS	LOTE CON INFORMACIÓN	LOTE BALDÍO	LOTES SIN INFORMACIÓN
26	569	1357	199	196	174

CUADRO No 3: Resultado Encuesta Socio Económica
FUENTE: Encuesta Socio Económica del Barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Los datos fueron tabulados en base a la encuesta socio-económica del sector, con un tiempo promedio de levantamiento de catastro 15 días y con personal de apoyo contratado por el encuestador para la realización de la correspondiente tesis.

3.6.2 ÁREAS DE SERVICIO

El área de servicio se lo determina realizando un recorrido con el personal de la dirección de agua potable alcantarillado y comercialización (DAPAC) para definir los límites que determinen el área de estudio en este caso el área de servicio.

Se determina el área considerando el recorrido realizado en campo y se procede al amanzanamiento para luego realizar un diagnóstico de la red existente, esta red debe ser evaluada en período extendido o período dinámico.

Determinación del Área:

Área bruta = Área recorrida

Área neta = Área bruta – 10%(Área bruta)

No MANZANA	ÁREA BRUTA	ÁREA NETA
26	157,4	141,66

CUADRO No 3: Resultado recorrido de campo (Áreas de servicio)
FUENTE: Encuesta Socio Económica del Barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

3.6.3 DENSIDAD POBLACIONAL

Una vez determinado el área bruta y neta, considerando los límites del área de servicio y descontado el 10% de vías y espacios verdes se procede al cálculo de la densidad poblacional.

Para la determinación de la densidad poblacional se utiliza la siguiente fórmula:

$$Dpa = \frac{Pa}{\text{Área neta}}$$

Pa= 2416 habitantes considerado la población flotante.

No MANZANA	POBLACIÓN ACTUAL	ÁREA BRUTA	ÁREA NETA	DENSIDAD CALCULADA ACTUAL	DENSIDAD FUTURA
26	2416	157,4	141,66	17,05	35,19

CUADRO No 4: Resultado cálculo de Densidad Poblacional
FUENTE: Encuesta Socio Económica del Barrio San Fernando

3.6.4 DOTACIÓN DE AGUA

La dotación es el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño.

*No NODOS	*ÁREA	**ÁREA NETA	DENSIDAD CALCULADA ACTUAL	DENSIDAD FUTURA	POBLACIÓN FUTURA	***DOTACIÓN CALCULADA FUTURA (lit/hab/día)	CAUDAL MEDIO (lit/seg)
26	157,4	141,66	17,05	35,19	4985	250	14,42

CUADRO No 5: Resultado cálculo de Dotación de agua
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Datos de campo

** +/-10% Cálculo Área Bruta

*** Dotación futura (250 lit/hab/día) se adopta este valor de acuerdo a la estadística de consumo de la dirección de agua potable.

3.6.5 CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

No NODOS	ÁREA (ha)	ÁREA NETA (ha)	DENSIDAD CALCULADA ACTUAL (hab/ha)	DENSIDAD FUTURA (hab/ha)	POBLACIÓN FUTURA (hab)	DOTACIÓN CALCULADA FUTURA (lit/hab/día)	CAUDAL MEDIO (lit/seg)	FACTOR MAX. DIARIO	CAUDAL MAX. DIARIO (lit/seg)	FACTOR MAX. HORARIO	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (lit/seg)
26	157,4	141,66	17,05	35,19	4985	250	14,42	1,5	21,64	2,3	33,18

CUADRO No 6: Resultado cálculo Caudales de Diseño
FUENTE: Encuesta Socio Económica del Barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Con estos datos podemos determinar el caudal máximo diario y el caudal máximo horario para la población del barrio San Fernando.

3.6.6 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El tanque de reserva actual tiene la capacidad de 500 m³, éste tanque tiene una dimensión de (10x10x5) m libres hasta el espejo de agua lo cual nos da el volumen detallado, la fuente de alimentación del tanque de reserva proviene de las galerías filtrantes que tiene el barrio San Fernando, este tanque se encuentra en buen estado, impermeabilizado, pintado, protegido con cerramiento de malla para evitar que personas particulares ingresen al lugar.

Sistema de desinfección.- Con un pequeño tanque de polietileno para la cloración del agua que es distribuido al barrio San Fernando.



FOTOGRAFÍA No 1: Tanque de Reserva

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

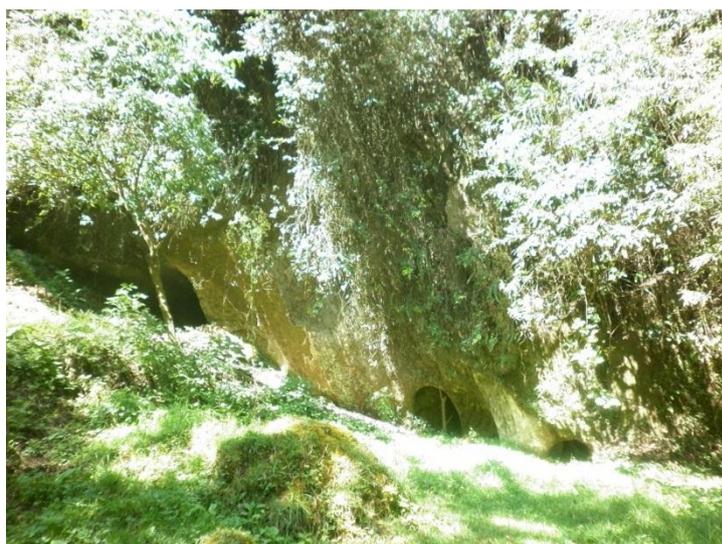
Durante el recorrido para realizar la evaluación se determinó que el tanque es nuevo y por información del (DAPAC) fue construido hace dos años y podemos decir que el tanque es nuevo y está en perfecto funcionamiento, aquí se pudo apreciar la falta de un acceso directo al tanque.

3.7 DIAGNÓSTICO DE SISTEMA EXISTENTE

El principal problema que existente en el sistema de agua potable del barrio San Fernando radica en que dicha red de distribución está obsoleta ya que su construcción data desde el año 1985.

Las galerías filtrantes que abastece de agua al sector garantiza la dotación de agua pero no garantiza la salubridad porque están abiertas y son refugios de animales, tenemos 5 galerías filtrantes las cuales 3 galerías están abasteciendo del líquido al tanque de reserva y de ahí se distribuye al sector, con esta evaluación y diagnostico se está viendo la posibilidad de habilitar las dos galerías que no están en uso para poder obtener el mayor caudal para la población futura.

Cabe mencionar que se necesita que las galerías se deban proteger de tal forma que no sea refugio de animales ya que actualmente las galerías habilitadas están siendo refugio de murciélagos, estos animales hacen la deposición en el canal de captación, puede ocasionar deterioros en la salud de la población del sector.



FOTOGRAFÍA No 2: Galerías Filtrante

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres



FOTOGRAFÍA N° 3 Galerías filtrantes - murciélagos en la galería

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres



FOTOGRAFÍA N° 4 Galerías filtrantes – deposición de los murciélagos en el canal

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Las tuberías secundarias que tiene el sector es de asbesto cemento, la tubería principal que lleva el agua al tanque de reserva que tiene el barrio San Fernando según lo observado en la realización de la evaluación física del sistema, datos del

guarda tanques y los moradores del sector fue cambiada y es de PVC con un diámetro de 160mm misma que no presenta problema alguno que empieza desde la salida del tanque de reserva hasta la cota más baja de la calle San Fernando, la calle San Marcos tiene una tubería de asbesto cemento que ha ocasionado inconvenientes porque el material ha cumplido su vida útil, además del material y la vida útil esta tubería es muy superficial ya que se encuentra una profundidad de 60cm lo que ocasiona que por la presión ejercida por el paso de vehículos pesados; esta tubería ha tenido problemas de ruptura, daños de los accesorios y ya se han realizado reparaciones a todo el largo de las redes secundarias. **(Ver anexos de evaluación del sistema)**



FOTOGRAFÍA N° 5: Resultado del cálculo N° 6

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres



FOTOGRAFÍA N° 6: Resultado del cálculo N° 6
FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres



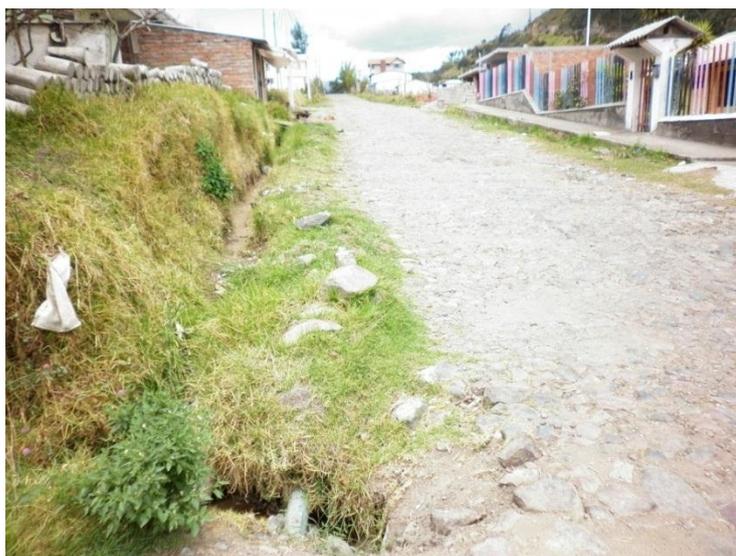
Fotografía N° 7: Resultado del cálculo N° 6
Fuente: Archivo fotográfico recorrido de campo del Barrio San Fernando
Elaborado por: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Para optimizar recursos, material y mano de obra, es necesario el cambio de toda la red actual, ya que al realizar reparaciones debido al tipo de material (asbesto cemento) utilizado hemos podido ver los problemas que acarrea como: no resiste la presión del agua, ni el paso del transporte público y las reparaciones con uniones giboult que se debe realizar para la unión de la tubería de asbesto cemento y la tubería PVC.

De la misma manera las calles Jubones, San Pedro, Palora y Toachi, la calle que se dirige al barrio Luz de América también tienen problemas de fugas a más de éstas se tiene problemas de caudales; en la calle San José donde se ha asentado la mayor parte de la población el problema es por la pérdida de caudal en horas pico y el descontento de las personas que habitan en el sector.

Debido al crecimiento poblacional de todo el barrio y el área de estudio es necesario realizar un rediseño de la red del sistema de agua potable del barrio San Fernando, las extensiones de las redes y los diámetros son insuficientes para abastecer de agua a todo el sector que se comprobó realizando la encuesta y en el simulador EPANET se determinó con el cálculo de los caudales (**ver Anexo No 2 en el cd adjunto**).

En el recorrido se pudo apreciar tuberías descubiertas y a poca profundidad de cimentación, lo cual sigue siendo el problema más común la ruptura de la tubería



FOTOGRAFÍA N° 8: Tubería a la intemperie

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Otro problema apreciado que radica en el sector son las conexiones domiciliarias anti técnicas, ya que tenemos sectores que no están dotados de la tubería de la red actual y estos sectores se proveen del líquido vital con tubería de conducción negra de polietileno de 1/2”.

Estas acometidas por estar al descubierto están propensas hacer deterioradas por el clima, por corte de algún objeto corto punzante, aplastamiento por animales del sector, automotores y esto produce pérdida del líquido vital.



FOTOGRAFÍA N° 9: Acometidas anti técnicas

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres



FOTOGRAFÍA N° 10: Acometidas anti técnicas

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Los hidrantes y las diferentes válvulas también son parte de la evaluación de la red existente; los hidrantes son elementos que se encuentran a un costado de la vía y toman el agua de la red a presión, las válvulas están en la vía pública muchas de éstas se encuentran sin tapa de protección y han sido rotas por el paso del transporte público y privado



FOTOGRAFÍA N° 11: Hidrantes

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres



FOTOGRAFÍA N° 12: Válvulas

FUENTE: Archivo fotográfico recorrido de campo del barrio San Fernando

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

3.8 CÁLCULO DE LA RED ACTUAL DE DISTRIBUCIÓN CON EL PROGRAMA COMERCIAL EPANET

Este programa nos ayudará a representar la red en forma estática o período permanente y también en forma dinámica o período extendido, este programa es un simulador representa presiones, caudales, longitud de tubería, cotas, velocidad, etc de la red actual y futura.

SISTEMA EXISTENTE EVALUADO

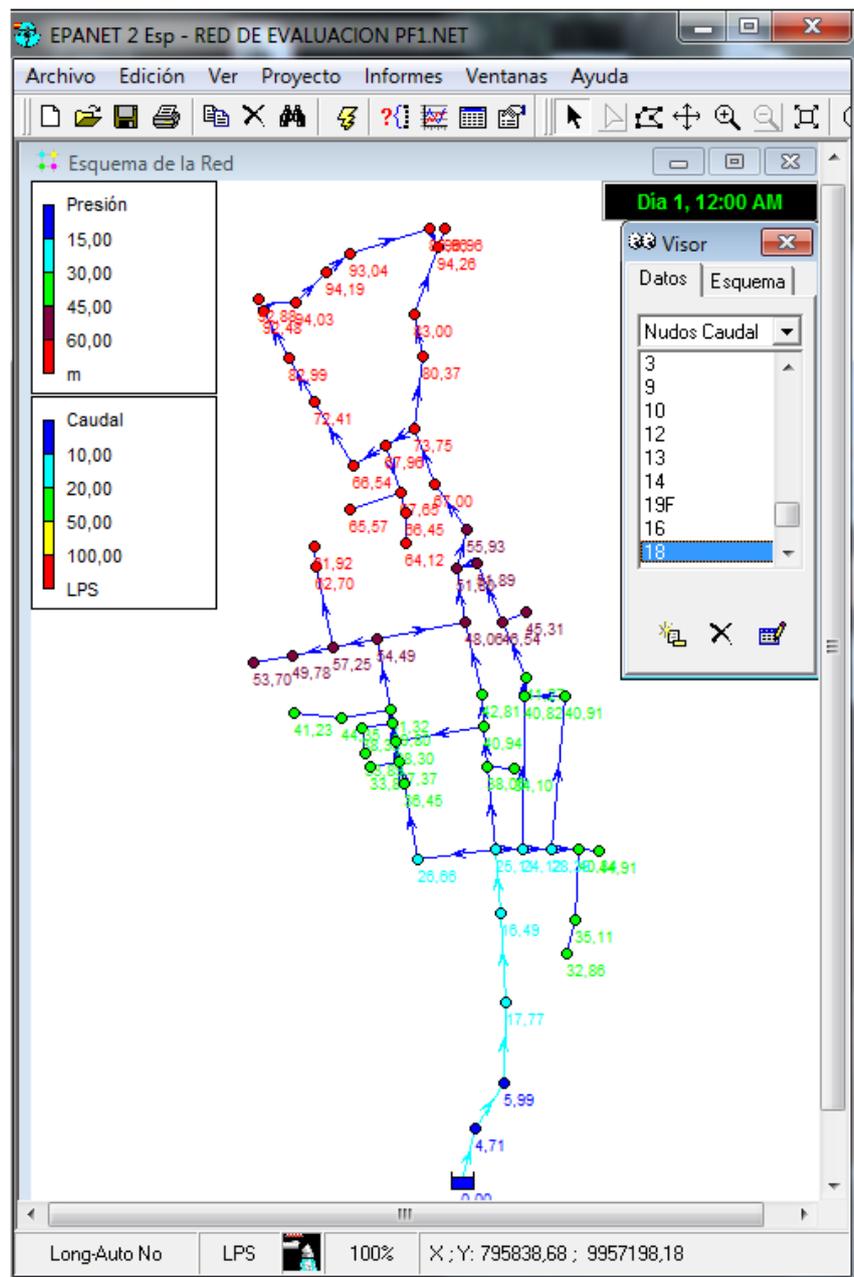


GRAFICO N° 13: Modelación del sistema existente
FUENTE: Calculo programa Epanet periodo permanente para barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

3.9 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PRESIONES DE LA RED ACTUAL DE DISTRIBUCIÓN CON EL PROGRAMA COMERCIAL EPANET

Representación gráfica de las presiones de todo el sistema de la red de agua potable del barrio san Fernando las presiones altas se lo considera por la pendiente que tenemos y la diferencia de cotas.

La cota en el tanque es de 2705 como la cota superior y la cota más baja o desfavorable en el sector es 2601,70 esta diferencia de cota es la que se representa en el grafico anexo en la distribución de presiones.

Este grafico representa la distribución de las presiones en toda la tubería principal de diámetro de 160mm red de agua potable.

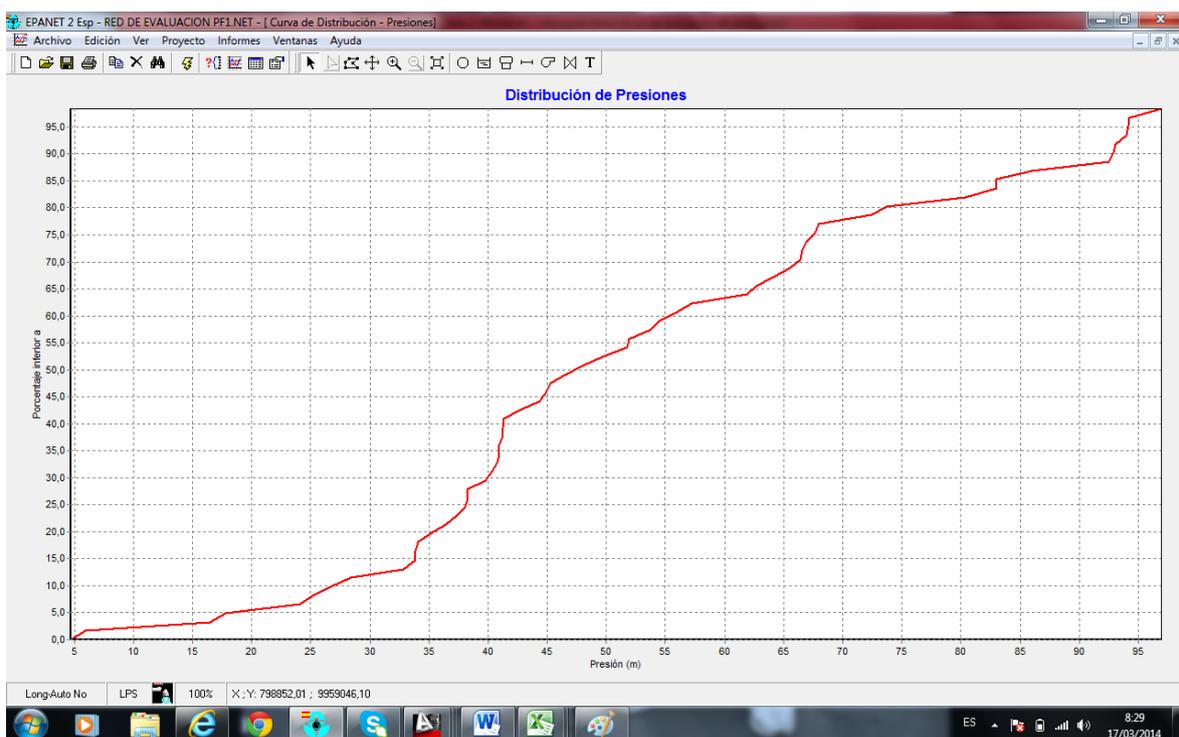


GRAFICO N° 14: Representación gráfica de la presiones de la red actual
FUENTE: Cálculo programa Epanet periodo permanente para barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

La distribución de presiones representada por el programa Epanet en la tubería principal de diámetro 160mm es el diámetro de tubería más óptima para el caudal que va a ser transportado, representa el recorrido que realiza desde el tanque de reserva en el barrio San Fernando por la calle principal del mismo nombre, distribuyendo los caudales de consumo en el sector hasta llegar a otro tanque de reserva ubicado en el barrio Carlos Gavilanes que proporciona el servicio al club Los Chillos.

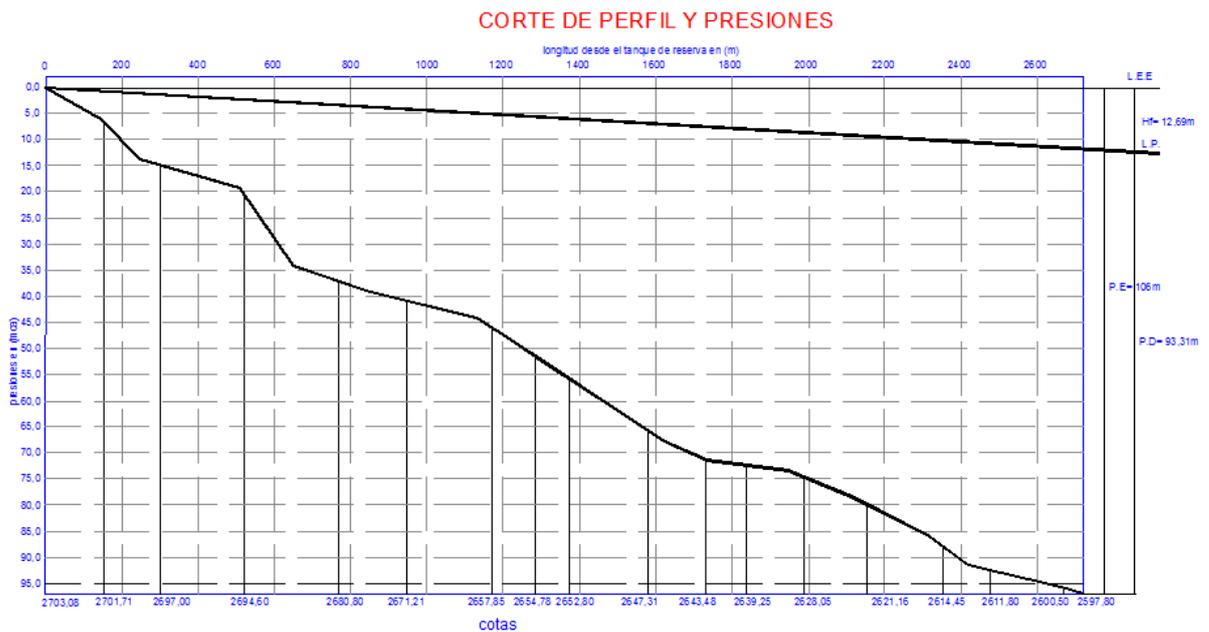


GRAFICO N° 15: Representación gráfica Perfil de Presiones de la tubería calle San Fernando
FUENTE: Periodo permanente para Barrio San Fernando
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

El cálculo de la nueva red de distribución se lo realizará con el programa de Epanet en periodo extendido y se determinará en distintas horas de servicio, a las 0:00 horas, 2:00am, 4:00am, 6:00am, 8:00am, 10:00am 12:00pm, 2:00pm, 4:00pm 6:00pm, 8:00pm, 10:00pm, 0:00 horas con este simulador se puede comprobar la falta de caudal en distintos horarios, para la simulación se le dio patrones de cálculo con intervalos de dos horas para minimizar los cálculos, es recomendable calcular de esta manera para verificar el comportamiento de la red.

3.10 DETALLE ESTADISTICO

Pregunta N° 1

1.- TIPO DE VIVIENDA

ALTERNATIVA	MUESTRA (UNIDAD DE VIVIENDA)	PORCENTAJE (%)
PROPIA	133	70
ALQUILADA	19	10
ABANDONADA	9	5
EN CONSTRUCCIÓN	23	12
LOCAL PÚBLICO	5	3
TOTAL	189	100%

CUADRO N° 1: Tipo de Vivienda

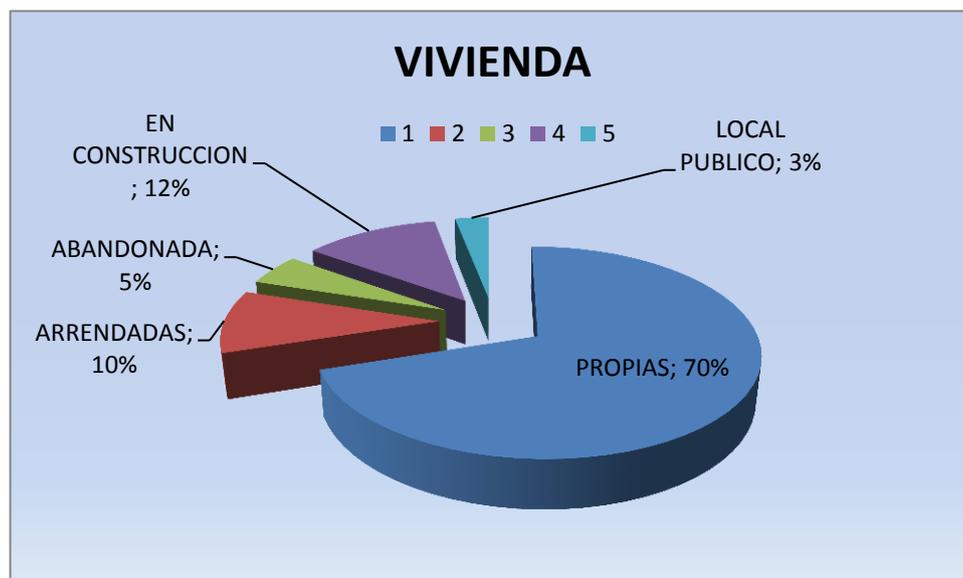


GRAFICO 1: Resultado Tipo de vivienda

Según los datos obtenidos en la encuesta socio-económica, determinamos que los habitantes poseen en un 70% vivienda propia.

Pregunta N° 2

2.- NIVEL CULTURAL

ALTERNATIVA	MUESTRA (HABITANTES)	PORCENTAJE (%)
NIÑOS MENORES DE 6 AÑOS	189	13,93
NIÑOS DE 6 A 12 AÑOS	439	32,35
ALFABETOS	717	52,84
ANALFABETOS	12	0,88
TOTAL	1357	100%

CUADRO N° 2: Nivel Cultural

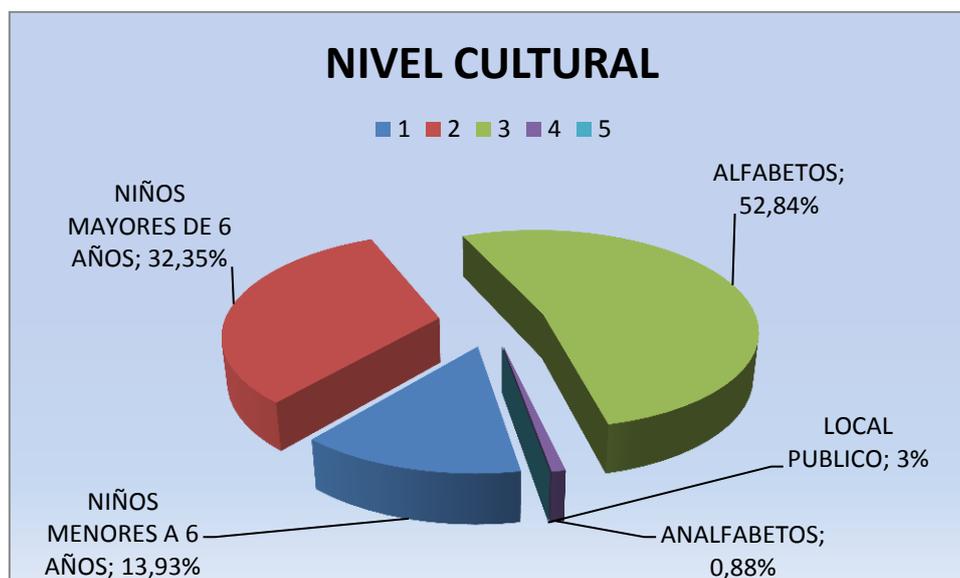


GRAFICO No 2: Resultado Nivel Cultural

Con la información recopilada se puede tabular los resultados y determinar que los habitantes poseen instrucción en un 52.84%.

Pregunta N° 3

3.- ACTIVIDAD ECONÓMICA

ALTERNATIVA	MUESTRA (HABITANTES)	PORCENTAJE (%)
AGRICOLA GANADERO	12	4,05
OBRERO	25	8,45
JORNALERO	13	4,40
EMPLEADO (privado-publico)	183	61,82
OTROS	63	21,28
TOTAL	296	100%

CUADRO N° 3: Actividad económica

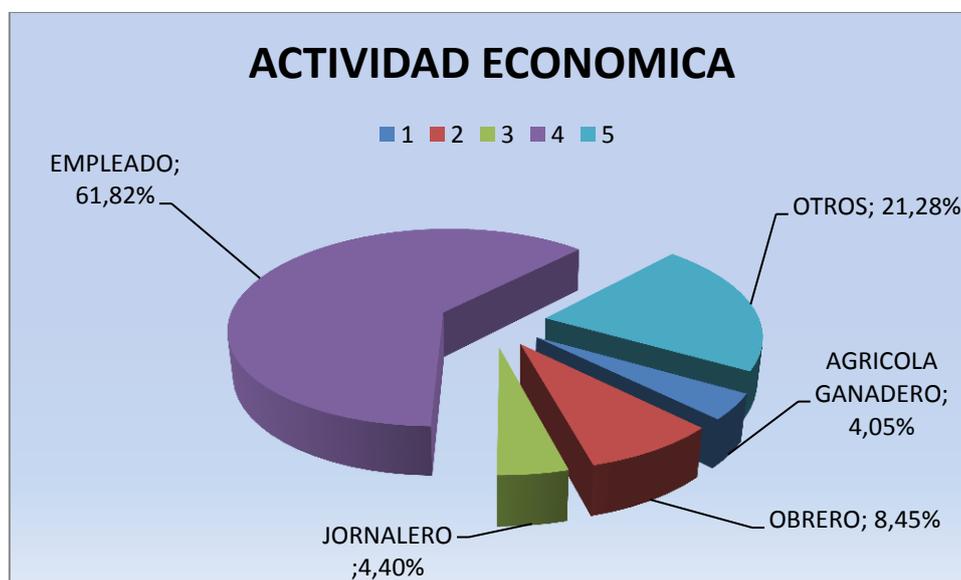


GRAFICO 3: Resultado Actividad económica

Los resultados tabulados muestran que el 61.82% de la población encuestada tiene una actividad económica estable.

Pregunta N° 4

4.- ABASTECIMIENTO DE AGUA

ALTERNATIVA	MUESTRA (VIVIENDAS)	PORCENTAJE (%)
RED PUBLICA	129	43,88
CONEXIÓN DOMICILIARIA	140	47,62
MANGUERA POLIETILENO ½"	24	8,16
POZO	1	0,34
VETIENTE	0	0
TOTAL	294	100%

CUADRO N° 4: Abastecimiento de agua

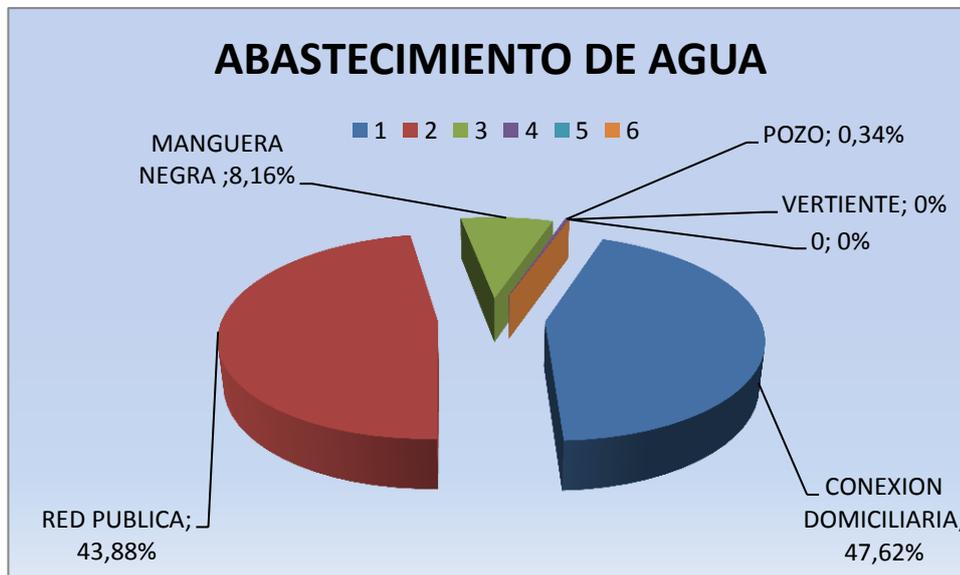


GRAFICO No 4: Resultado Abastecimiento de agua

Esta pregunta demuestra que en ciertas viviendas tenemos 2 conexiones domiciliarias de la red pública, el 8% de la población encuestada tiene conexión domiciliar conducida por manguera de polietileno de ½" y un 43.88% es abastecida por medio de la red pública.

Pregunta N° 5

5.- ELIMINACIÓN DE EXCRETAS

ALTERNATIVA	MUESTRA (viviendas y lotes)	PORCENTAJE (%)
ALCANTARILLADO	139	43,71
CONEXIÓN DOMICILIARIA	139	43,71
POZO SÉPTICO	20	6,29
NO TIENE ALCANTARILLADO	20	6,29
TOTAL	318	100%

CUADRO N° 5: Eliminación de excretas

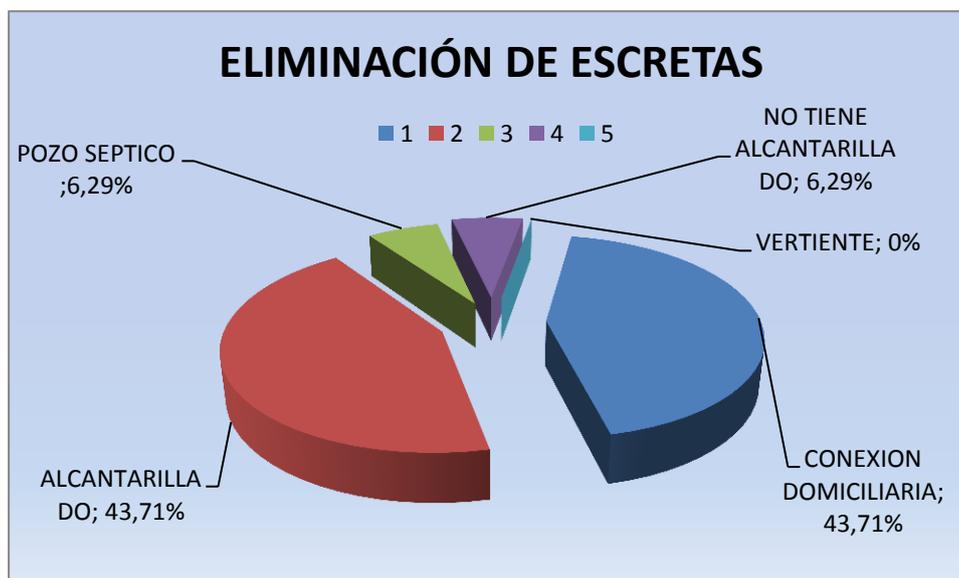


GRAFICO No 5: Resultado Eliminación de excretas

Con los datos tabulados podemos observar que existe un porcentaje de viviendas que no cuentan con el servicio de alcantarillado.

Pregunta N° 6

6.- ACTITUDES

ALTERNATIVA		MUESTRA (VIVIENDAS)	PORCENTAJE (%)
SIENTE EL PROBLEMA	SI	72	16,07
	NO	79	17,63
HACIA EL ESFUERZO COMUNITARIO	FAVORABLE	70	15,63
	INDIFERENTE	62	13,84
	DESFAVORABLE	29	6,47
APORTES	TRABAJO	110	24,55
	MATERIAL	6	1,35
	DINERO	20	4,46
TOTAL		448	100%

CUADRO N° 6: Resultado Actitudes frente al servicio

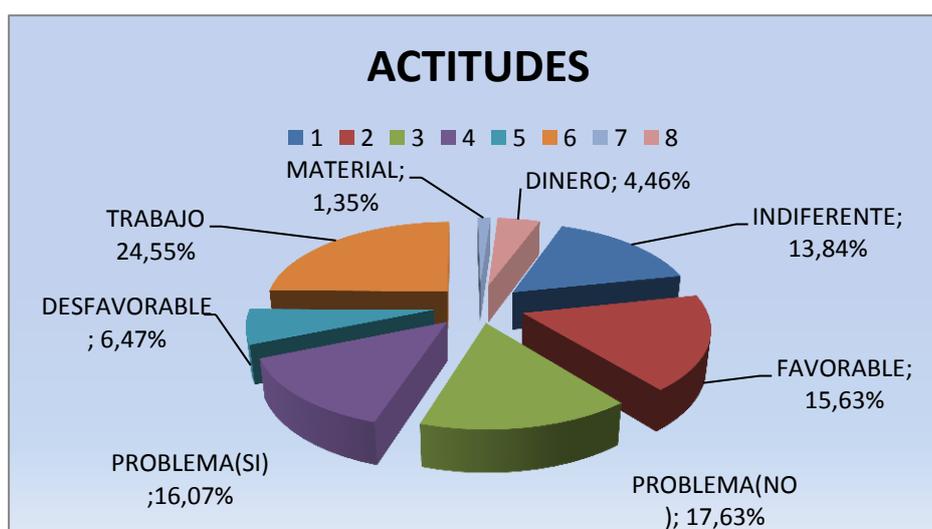


GRAFICO No 6: Resultado Actitudes frente al servicio

3.11 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS O LA IDEA A DEFENDER

Durante la socialización del sistema de agua potable y con los moradores del barrio San Fernando se pudo determinar que no todos los pobladores de este sector tienen un buen caudal de agua existen sectores bien marcados que gozan de este servicio sin tener inconvenientes mientras que otros sectores tienen problemas en horas pico, por tanto es necesario un rediseño del sistema de agua potable.

La mayor parte de la población encuestada está dispuesta a convivir con las molestias que ocasionará el cambio de la red existente ya que a futuro ésta nueva red les proporcionará un mayor caudal y una mejor condición de servicio.

Una de las razones justificables para realizar el cambio de tubería en el sistema de red existente, se basa en el material utilizado de la tubería (asbesto-cemento) que ya cumplió con su vida útil **(Ver anexo No 2 adjunto en cd)**.

Existen sectores que no tienen un buen servicio o no tienen una red que abastezca del líquido vital lo cual llevan por medio de líneas de conducción de tubería negra de polietileno.

Actualmente todos los tramos de la red existente necesitan de reparaciones ya que ésta tubería está a 60cm de profundidad y con el paso de los vehículos la carga y vibración produce la ruptura de la tubería.

Las reparaciones que se realizan continuamente están provocando que ingrese agua sucia a la red y que no son desfogadas en su totalidad esto puede ser también un factor para los problemas gastrointestinales que tienen el sector.

Por todo lo manifestado en párrafos anteriores se puede emitir la siguiente conclusión: que la evaluación, diagnóstico de la red de agua potable del barrio San Fernando es de gran importancia el rediseño con esto mejorará las condiciones de vida de los habitantes del lugar.

CAPÍTULO IV

4.1 OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO Y DEL MODELO HIDRÁULICO

Una vez revisado todos los antecedentes de la red actual y la evaluación y diagnóstico de la red la Dirección de Agua Potable Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) pide utilizar normas de Diseño del Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C), diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural y urbana de las normas INEN 2010.

Para la dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización aplicará todos los aspectos técnicos normados para realizar la construcción de la nueva red de agua potable, el rediseño y diseño de la nueva red de distribución de agua potable lo vamos a realizar con las sugerencias y asesoría de La Dirección de Agua Potable Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) utilizando las normas realizaremos un diseño óptimo de la red de agua potable para la población tratando de no tener impacto en el ambiente.

Buscando el bienestar de la población se va a realizar la construcción de la nueva red de agua potable por etapas, nuestro diseño lo vamos a realizar para toda el área de consumo que es de 157,40 hectáreas, realizaremos un diseño óptimo respetando la normativa de presiones menos de 10mca no se podrá otorgar la factibilidad de este servicio y la máxima presión será de 70 mca según el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C), aguas abajo si tenemos estas presiones muy altas colocaremos en la red válvulas rompe presiones para tener la presión recomendada y en base a los parámetros de diseño.

Es necesario realizar un plan de mejoras para el sector como la apertura de las nuevas vías de acceso, mejoramiento de las infraestructuras como bordillos, aceras, vías adoquinadas y asfaltadas, también es necesario realizar todas las instalaciones sanitarias en el sector.

Para optimizar el recurso en la construcción de la nueva red se va a utilizar tubería PVC, por su resistencia a las presiones, por su rugosidad que es mínima, considerando sus velocidades mínimas y máximas que obtiene este material.

VELOCIDADES MAXIMAS Y MINIMAS PERMISIBLES		
MATERIAL DE LA TUBERIA	Velocidad	Velocidad
	max. (m/s)	min. (m/s)
Concreto simple hasta 0.45 m de diametro	3,00	0,6
concreto reforzado de 0,60 m de diámetros o mayores	3,50	0,6
Asbesto - cemento	5,00	0,3
Acero galvanizado	5,00	0,3
Acero sin revestimiento	5,00	0,3
Acero con revestimiento	5,00	0,3
Polietileno de alta densidad	5,00	0,3
Plastico PVC	5,00	0,3

Tabla N°6: Velocidades de tubería
Fuente: Pag. Web lanolina.edu.pe
Elaborado por: Wilson Alfredo Ortuño Torres

La tubería que se va a utilizar para el diseño y la construcción de la nueva red es de PVC U/E-P 1.25Mpa.

DIÁMETROS INTERIORES DE TUBERÍA PVC - DE 1,25 Mpa DE PRESIÓN DE TRABAJO				
DIÁMETRO NOMINAL mm	SERIE	ESPESOR DE PARED mm	DIÁMETRO INTERIOR mm	PRESIÓN DE TRABAJO Mpa
63	10	3	57	1,25
90	10	4,3	81,4	1,25
110	10	5,2	99,6	1,25
160	10	7,6	144,8	1,25
200	10	9,5	181	1,25

Tabla N°7: Diámetros de tubería
Fuente: Manual de plastigama
Elaborado por: Wilson Alfredo Ortuño Torres

4.2 FASES PARA EL DESARROLLO DE LA NUEVA RED DE AGUA POTABLE

4.2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para realizar la evaluación, diagnóstico y rediseño de la red del sistema de agua potable del sector barrio San Fernando es necesario conocer la topografía del

sector más preciso con un levantamiento topográfico que consten de coordenadas, cotas a cada metro, construcciones existentes, calles, vías, ejes de vías y calles, levantamiento de la red existente en el sector, válvulas, hidrantes, pozos de alcantarillado.

El levantamiento topográfico del sector o barrio San Fernando fue proporcionado por La Dirección de Agua Potable, alcantarillado y Comercialización (DAPAC), el área aproximada de estudio es de 157,40 hectáreas incluido áreas verdes y vías

En el plano adjunto (**ver Anexo No 1: Plano Topográfico**) se puede apreciar los accidentes geográficos que tiene el sector y esto nos ayudará para realizar nuestro nuevo diseño del sistema de red de agua potable del sector.

La Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) proporcionó también el nuevo trazado vial del sector (**ver Anexo No 1: Plano Trazado Vial**) para que se realice en ese plano el nuevo diseño del sistema de la red de agua potable para este sector que se le adjunto al plano de topografía del sector.

4.2.2 PERÍODO DE DISEÑO

Para garantizar un servicio eficiente y cubrir con todas las demandas del sector se consideró un período de diseño de 25 años, por lo que se ha escogido el año 2038 como el año final del período de diseño, para ser ejecutado este proyecto se considerará realizarlo por etapas hasta cuando se sature el sector con la población futura, para la realización del diseño de la red se consideró realizarla con tubería PVC U/E de 125Mpa por ser económica en relación a la tubería de acero y por sus características cubre las mismas necesidades que la tubería de acero que es más costosa, algunos accesorios no se encuentran en el mercado y se mandarían a fabricar para el proyecto.

4.2.3 ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

La tasa de crecimiento del Cantón Rumiñahui es de 2.94 % según datos del INEC en el censo 2001 – 2010 y de acuerdo a las proyecciones realizadas hasta el año 2038.

INDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL					
CANTON RUMIÑAHUI					
CENSO AÑO 2010					
AREA No 1705					
SEXO	CASOS	%	ACUMULADO	CATEGORIAS	T.C. %
HOMBRE	41917	48,82	48,82	HOMBRE	2,9
MUJER	43935	51,18	100	MUJER	2,98
TOTAL	85852	100	100	TOTAL	2,94

Tabla N°8: índice de Crecimiento Poblacional
Fuente: INEC
Elaborado por: Wilson Alfredo Ortuño Torres

4.2.4 POBLACIÓN DE DISEÑO

4.2.4.1 POBLACIÓN ACTUAL

En el Barrio San Fernando habitan 2416 personas actualmente según la encuesta socio-económica realizada, en el área de estudio para la evaluación diagnóstico y rediseño (*ver Anexo No 1*).

$$Pa(2013) = 2416 \text{ habitantes}$$

4.2.4.2 POBLACIÓN FUTURA

La proyección poblacional hasta el año 2038 se la determina aplicando tres métodos que permiten establecer comparaciones y realizar un promedio de la población futura.

4.2.4.2.1 MÉTODO GEOMÉTRICO

$$Pf(2038) = Pa(2013) * (1 + r)^n$$

$$Pf(2038) = (2416) * (1 + 0.0294)^{25}$$

$$Pf(2038) = 4985 \text{ hab}$$

4.2.4.2.2 MÉTODO ARITMÉTICO

$$Pf = Pa (1 + r \times n)$$

$$Pf(2038) = 2416 (1 + 0.0294 \times 25)$$

$$Pf(2042) = 4192 \text{ hab}$$

4.2.4.2.3 MÉTODO MIXTO: es la media proporcional de los dos métodos anteriores.

$$Pf = \frac{Pf \text{ aritmético} + Pf \text{ geométrico}}{2}$$

$$Pf = \frac{4985 \text{ hab} + 4192 \text{ hab}}{2}$$

Resultado $Pf = 4589 \text{ hab}$

La población futura que se adoptará es de 4985 habitantes calculada con el método geométrico.

4.2.5 DENSIDAD POBLACIONAL

Con los datos obtenidos de la población en el censo realizado en el 2010 y el área de influencia del sector en estudio se obtiene la densidad poblacional tanto para la evaluación de la red existente como para el rediseño del sistema de red de agua potable.

4.2.5.1 DENSIDAD POBLACIONAL ACTUAL

La densidad de la poblacional actual se obtiene con la siguiente expresión:

$$Dpa = \frac{Pa}{\text{Área}}$$

$$Dpa = \frac{2416}{157,40}$$

Resultado $Dpa = \frac{15,35\text{hab}}{\text{Ha}}$

4.2.5.2 DENSIDAD POBLACIONAL FUTURA

La densidad de la poblacional futura se obtiene de la siguiente manera:

$$Dpf = \frac{Pf}{\text{Área neta}}$$

$$Dpf = \frac{4985}{141,66}$$

Resultado $Dpa = 35,19 \frac{\text{hab}}{\text{Ha}}$

4.2.6 DOTACIÓN

La dotación es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades: domésticas, públicas, comerciales e industriales.

4.2.6.1 DOTACIÓN ACTUAL

Por datos proporcionados por la (DAPAC) Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización, la dotación actual es de 8 lt/seg para el barrio San Fernando y de 250 lt/hab/día por persona para cubrir con las necesidades tanto domésticas como el 50% de encuestados que utilizan para regar los cultivos **(ver Anexo No 3: Red Existente adjunto en cd).**

4.2.6.2 DOTACIÓN FUTURA

La dotación proyectada por la DAPAC es de 250 lt/hab/día y también proyectada con relación a la encuesta socio económico realizado al barrio San Fernando.

4.2.7 CAUDALES DE CONSUMO

Para realizar el nuevo diseño de la red de agua potable es necesario calcular el caudal medio diario con todos los datos obtenidos como es el área de estudio, encuesta socio económico, cálculos de densidades poblacionales del Barrio San Fernando.

Se determina tres tipos de caudales.

4.2.7.1 CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD)

$$Q_{md} = Q_m = \left(\frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400} \right) \times f$$

$$Q_{md} = Q_m = \left(\frac{4985 \times 250}{86400} \right) \times 1 = 14,42 \text{ lt/seg}$$

Dónde: f = es el factor de fugas

4.2.7.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)

$$QMD = Q_{md} \times KMD$$

$$QMD = 14,42 \times 1,50 = 21,64 \text{ lt/seg}$$

Dónde: KMD=1,50; dentro del rango de la norma.

4.2.7.3 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)

$$QMH = Q_{md} \times KMH$$

$$QMH = 14,42 \times 2,30 = 33,17 \text{ lt/seg}$$

Dónde:

KMH=2,30; dentro del rango de la norma.

4.2.8 CAUDALES DE DISEÑO

Para el diseño de la red de distribución se utiliza el caudal máximo diario más volumen contra incendios (QMD+Qi), de Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

4.2.9 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE RESERVA.

4.2.9.1 CAUDAL DE DISEÑO.

El volumen de almacenamiento o reserva se compone de la suma del volumen de regulación más un volumen de protección contra incendios y más un volumen de emergencias (**ver Anexo No 3 adjunto en cd**).

4.2.9.2 VOLUMEN DE RESERVA (VR)

El volumen de reserva será el 30% del volumen diario correspondiente al Qmd

$$V_r = 30\% \times Q_{md}$$

$$V_r = (0,30 \times 14,42\text{l/seg} \times 86400 \text{ seg})/1000$$

$$V_r = 373,77 \text{ m}^3/\text{día}$$

4.2.9.3 VOLUMEN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (VI)

El Código Ecuatoriano de la Construcción diseño de instalaciones sanitarias manifiesta que para poblaciones con menos de 5000 habitantes, el volumen de incendios no se considera; pero si se colocará bocas contra incendios.

$$V_i = 0 \text{ m}^3/\text{día}$$

4.2.9.4 VOLUMEN DE EMERGENCIA (VE)

El Código Ecuatoriano de la Construcción diseño de instalaciones sanitarias 4.1.7.3 considera que el volumen de emergencia solo se considera para poblaciones mayores a 5000 habitantes, se tomara el 25% del volumen de regulación como volumen para cubrir situaciones de emergencia en nuestro caso tenemos una población de 4985 habitantes y no es necesario considerar este volumen.

$$V_e = 0 \text{ m}^3/\text{día}$$

4.2.9.5 VOLUMEN TOTAL DE RESERVA (VRT)

$$V_{rt} = V_r + V_i + V_e$$

$$V_{rt} = 373,77 \text{ m}^3$$

Mediante la norma no se considera un volumen de reserva para incendios y emergencias.

4.2.9.6 VOLUMEN DEL TANQUE DE RESERVA ASUMIDO = 400 M3

El tanque de reserva actual es de 500m³ lo cual no es necesario construir otro tanque para la población futura calculada, este tanque cubre la demanda del líquido vital para la población actual y futura hasta el año 2038 que es nuestra fecha de final de estudio.

Es considerable realizar una vía de acceso para llegar hacia el tanque ya que actualmente no existe.

4.2.10 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El diseño de la nueva red de distribución debe estar dentro de los parámetros establecidos en las normas de diseño por el código ecuatoriano de la construcción (C.E.C) el diseño debe ser soportar las condiciones más adversas durante los 365 días del año.

La nueva red de distribución de agua potable no debe provocar deficiencias en el sistema y no causar molestias a la población que se va a servir.

Para que el programa nos emita los datos de las presiones máximas y mínimas de un sistema debemos considerar el consumo medio diario (Q_{md})

Para el nuevo diseño del sistema de agua potable del barrio San Fernando se debe considerar que el diámetro mínimo de la tubería PVC sea de 63 mm de diámetro nominal externo y de diámetro interior de 57mm esta tubería debe soportar un presión de trabajo de 1.25 Mpa, la tubería debe ser U/E de longitud útil de 6m y unión mecánica con sello elastomérico, con estas uniones flexibles absorben dilataciones, asentamientos diferenciales y deflexiones.

Para el cálculo de la nueva red de agua potable en modo extendido o dinámico consideramos patrones de consumo para el día de mayor consumo que en este caso el día de mayor consumo fue el miércoles, esto se determinó con la encuesta socio económica realizada en el sector.

Los datos que genera el programa comercial Epanet están detallados en los anexos (**ver Anexo No 4 adjunto en cd**) de diseño de nueva red agua potable para el barrio San Fernando.

Como se determinó en la evaluación del sistema actual teníamos presiones que sobrepasaban los 90 mca lo cual en el nuevo diseño se considera colocar válvulas rompe presiones o válvulas de ruptura de carga para balancear la red y cumplir con la norma en las partes más bajas del área de estudio.

En el nuevo diseño se pudo apreciar que tenemos presiones mínimas que no sobrepasan los 10 mca en este caso esos sectores no podrán tener la factibilidad del servicio básico, estos datos están tabulados en el informe del nuevo diseño de la red de agua potable.

En los planos se detalla el sitio donde se encuentran las áreas de consumo, válvulas rompe presión, las tuberías, nodos incluso tenemos detalles de la red, las tuberías que se va a utilizar es envase al cálculo desde.

DIÁMETROS INTERIORES DE TUBERÍA PVC - DE 1,25 Mpa DE PRESIÓN DE TRABAJO					
DIÁMETRO NOMINAL	63	90	110	160	200
	mm				
PERDIDA DE CARGA	m				
TEE	2,3	2,5	2,6	3,6	5
CODO 90°	3,4	3,9	4,3	5,4	5,5
CODO 45°	1,5	1,8	1,9	2,6	3,5
CODO 90° L/R	1,3	1,5	1,6	2,1	2,6
CODO 45° L/R	0,7	0,9	1	1,2	1,4

TABLA N° 9: Diámetro de accesorios.
FUENTE: Manual de plastigama
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

DIAMETROS DE TUBERIAS EN RED DE REDISEÑO

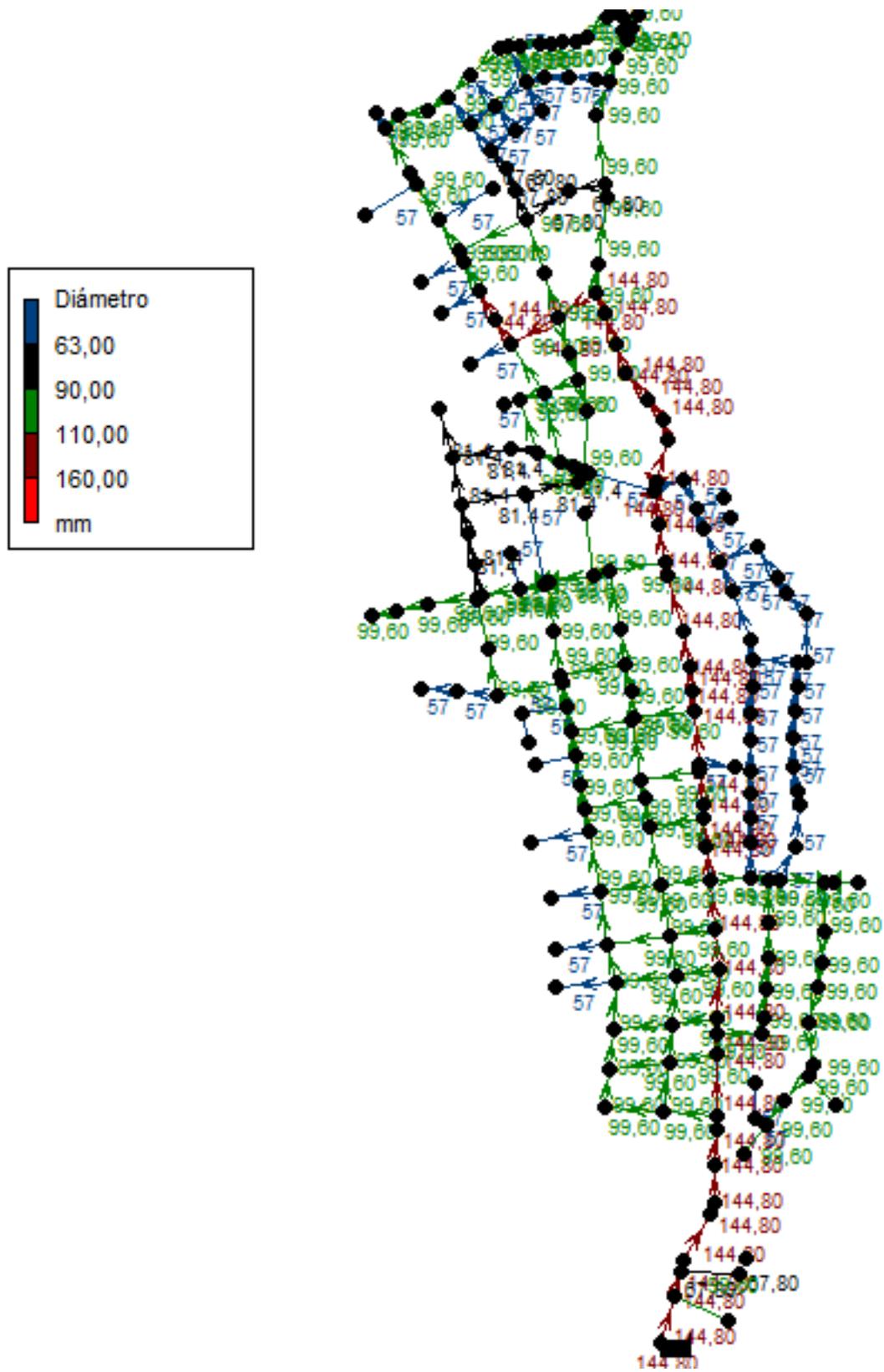


GRAFICO N° 17: Diámetro de tuberías de diseño de la red del barrio San Fernando

FUENTE: Simulador hidráulico EPANET 2.0

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

PRESIONES EN NODOS DE REDISEÑO

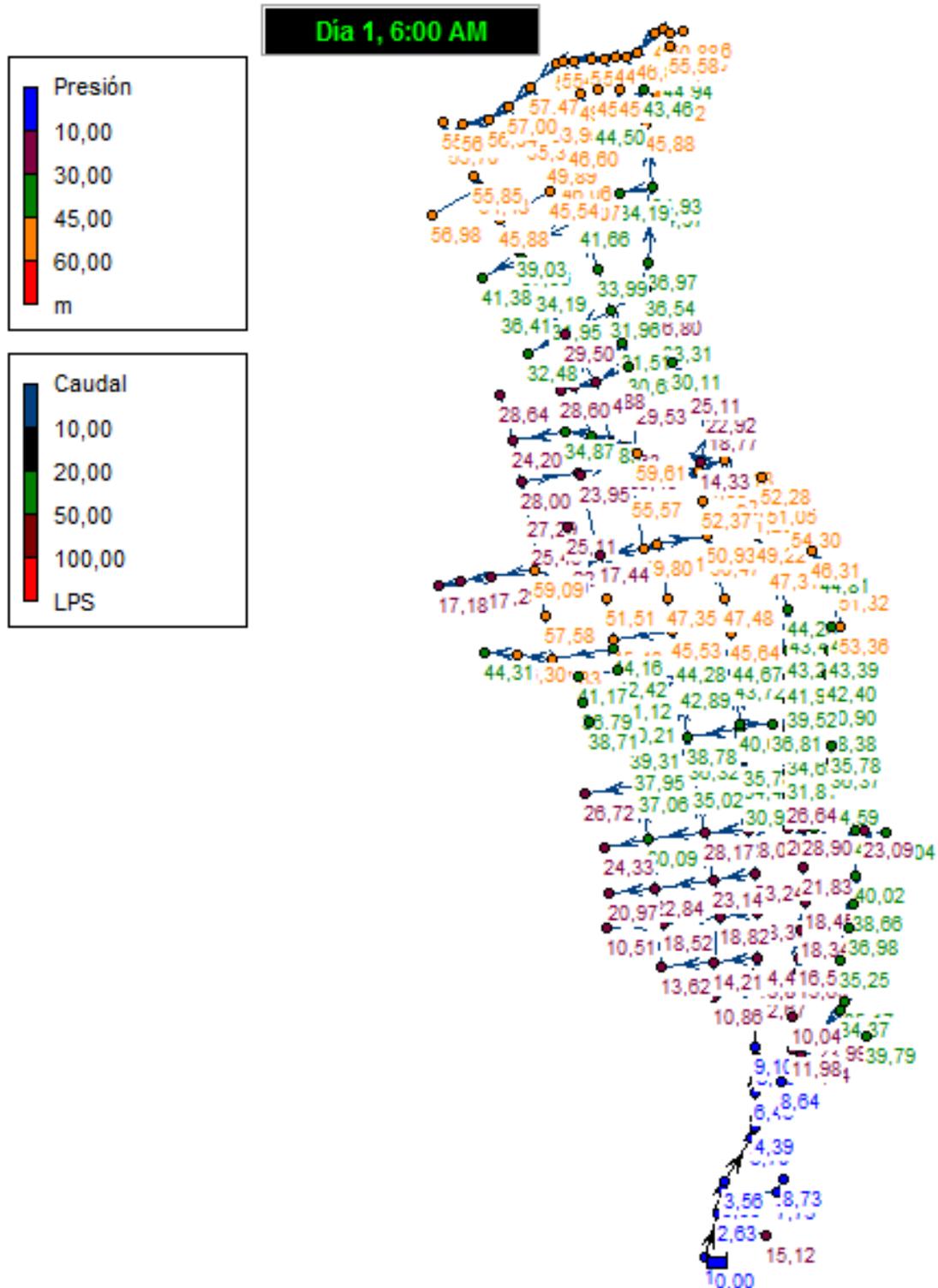


GRAFICO N° 18: Presiones en nodos de diseño de la red del barrio San Fernando.
FUENTE: Simulador hidráulico EPANET 2.0
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

MAPA DE ISOLINEAS PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LAS PRESIONES

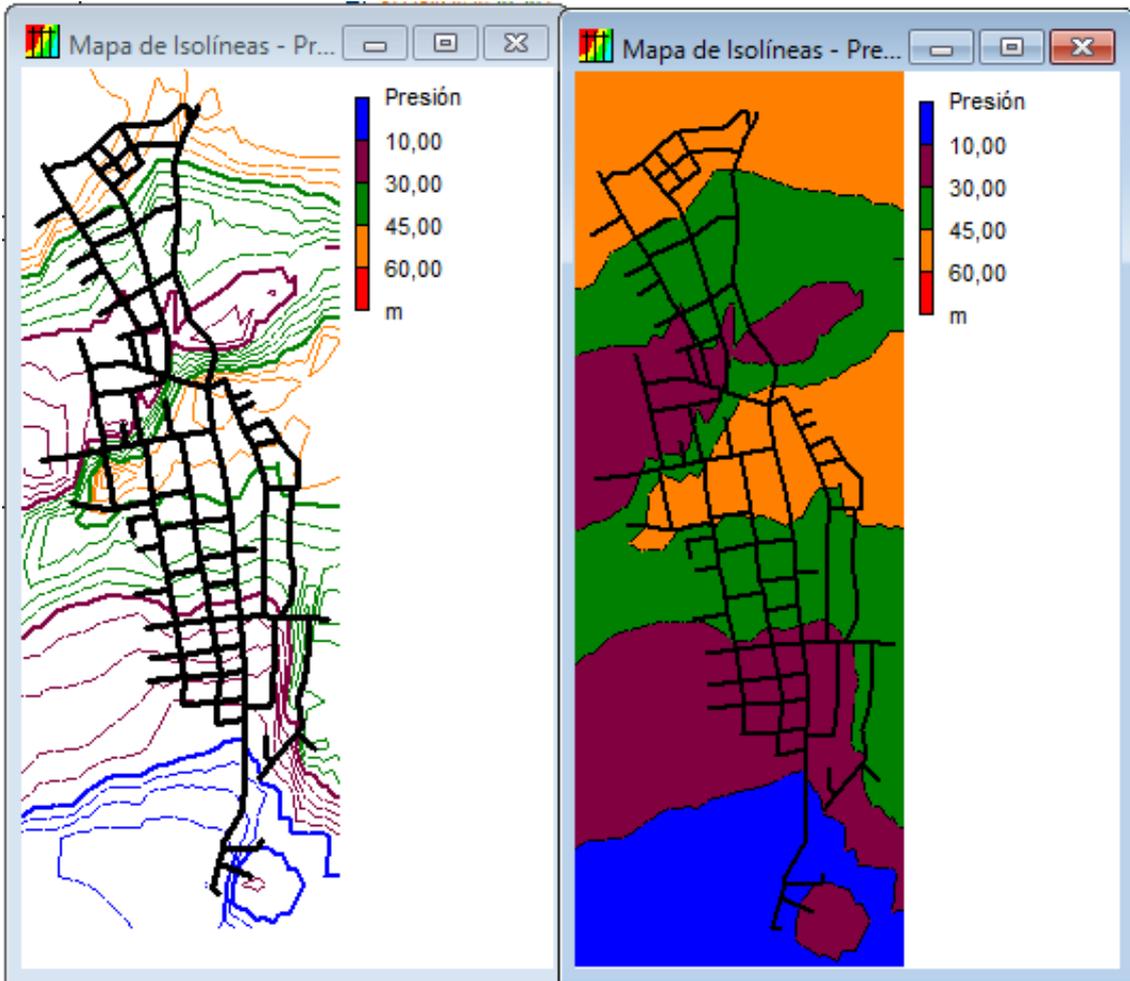


GRAFICO N° 19: Mapa de presiones en nodos de diseño, a las 6:00 am
FUENTE: simulador hidráulico Epanet 2.0
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

COTAS EN NODOS DE RED DE REDISEÑO

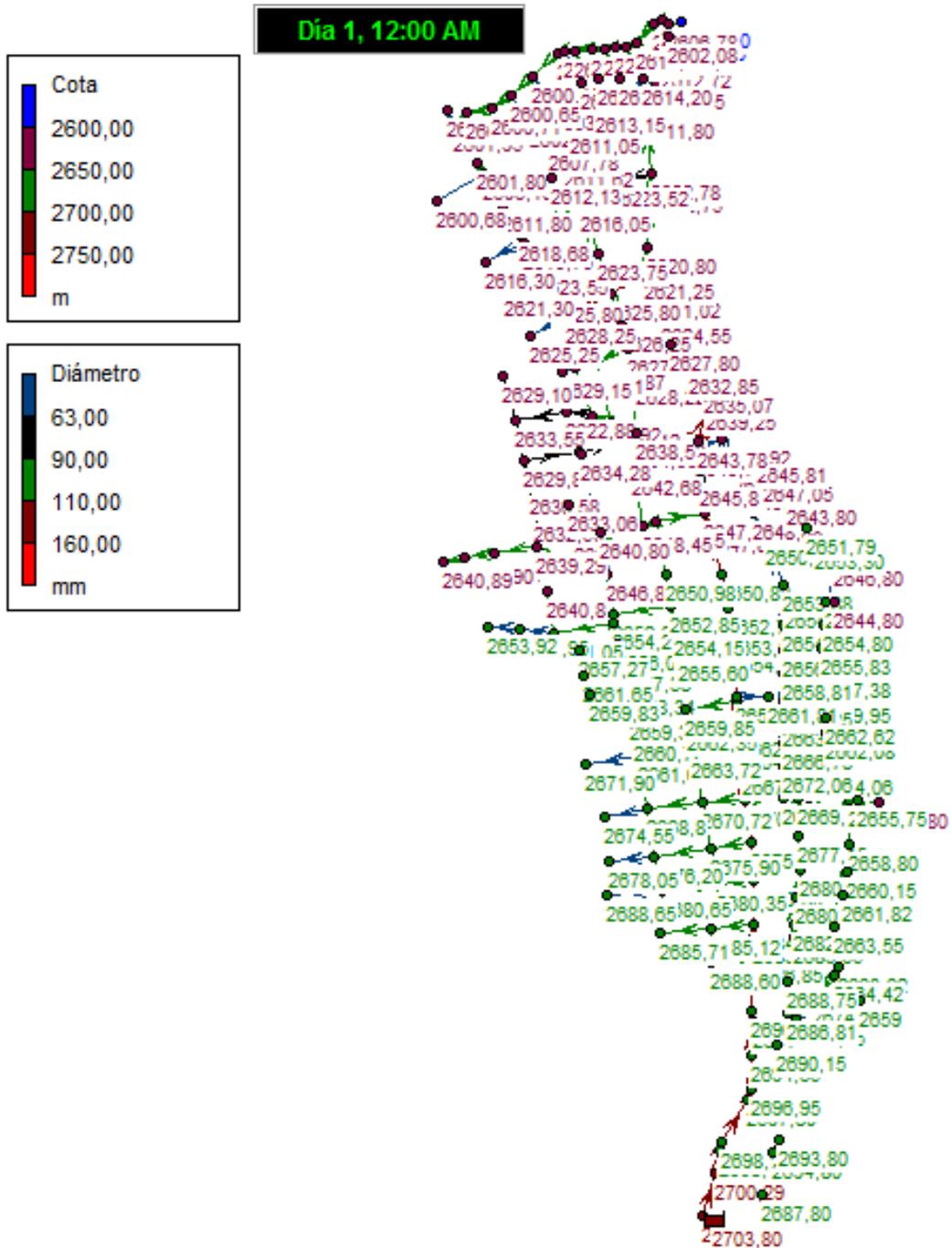


GRAFICO N°20: Cotas de diseño de la red del barrio San Fernando
FUENTE: Simulador hidráulico EPANET 2.0
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

NODOS DE DISEÑO

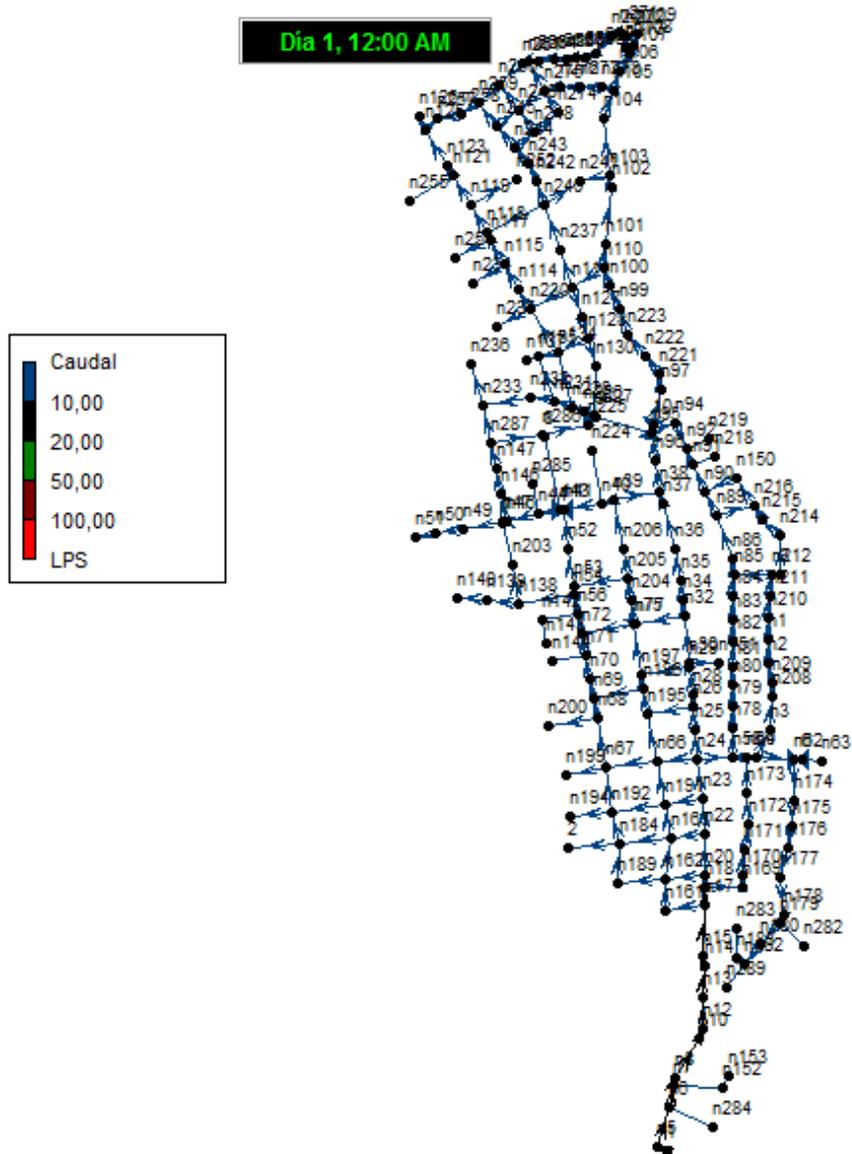


GRAFICO N° 21: Nodos del diseño de la red del barrio San Fernando

FUENTE: Simulador hidráulico EPANET 2.0

ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

Para el rediseño se optó por colocar válvulas rompe presiones para no sobrepasar el límite permitido de las presiones de 70mca en periodo estático y 50 mca en periodo dinámico que determina la norma y el código ecuatoriano de la construcción, los datos que nos emite el simulador esta detallado en los anexos **(ver Anexo No 4 adjunto en el cd).**

4.3 PRESUPUESTO

4.3.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El costo total del proyecto se realizara mediante un análisis de precios unitarios, se debe realizar un desglose de cada rubro de esta manera determinaremos el costo del rediseño del sistema y de la red de agua potable del barrio San Fernando obtendremos el costo directo y se asume el 20% de costos indirectos para tener el costo total del proyecto.

4.3.2 PRESUPUESTO

Para realizar el presupuesto del proyecto (*ver Anexo No 5 adjunto en cd*) se realiza un análisis con todos los rubros que entran en el desarrollo del proyecto, verificando su adquisición en el mercado, también se debe realizar un estudio del costo de mano de obra determinando el salario mínimo vital y los beneficios de ley, para todo trabajador en función del trabajo que hará en la obra.

Materiales: De acuerdo a lo especificado en cada rubro se debe elaborar una unidad de trabajo para describir el material.

Mano de obra: Personal administrativo, obreros, profesionales se considera para realizar una unidad de trabajo.

Equipos: Para la ejecución de una obra se considera maquinaria y se determina la unidad de trabajo.

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE
B	Mano de obra	0.217
AR	Acero de refuerzo en barras	0.010
H	Hormigones	0.006
MP	Material Pétreo	0.044
TA	Tubos de acero	0.019
TP	Tubos de PVC	0.463
VB	Válvulas de bronce	0.007
VH	Válvulas H.F	0.090
X	Saldos	0.143
	TOTAL	1.000

CUDRILLA TIPO	
CHOFER LICENCIA E (Estr. Op. C2)	0,001
INSPECTOR DE OBRA (Estr. Oc. B3)	0,014
MAESTRO SOLDADOR (Estr. Oc C1)	0,015
AYUDANTE DE MAQUINARIA (Estr. Oc C3)	0,018
OPERADORES GRUPO I (Estr. Oc. C1)	0,018
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	0,212
MAESTRO DE ESTRU. MAYOR (Estr. Oc C1)	0,003
MAESTRO DE OBRA (Estr. Oc C2)	0,035
TOPOGRAFO 1 (Estr. Oc. C2)	0,006
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	0,675
OPERADORES GRUPO II (Estr. Oc. C2)	0,001
TOPOGRAFO. 2 (Estr. Oc. C1)	0,001
SOLDADOR ELECTRICO (Estr. Oc C1)	0,001
	1,000

FUENTE: Departamento de presupuestos (DAPAC)
ELABORADO POR: Wilson Alfredo Ortuño Torres

CATEGORIAS OCUPACIONALES

Estructura ocupacional E2

- Peón

Estructura ocupacional D2

- Albañil
- Operador de equipo liviano
- Pintor
- Pintor de exteriores
- Pintor empapelador
- Ferrero
- Carpintero
- Encofrador

- Carpintero de rivera
- Plomero
- Electricista
- Instalador de revestimiento en general
- Ayudante de perforador
- Cadenero
- Mampostero
- Enlucidor
- Hojalatero
- Técnico liniero eléctrico
- Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón

Estructura ocupacional C1

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Estructura ocupacional C2

- Operador de planta de hormigón
- Perforador
- Perfilero
- Técnico de albañilería
- Técnico de obras civiles

Estructura ocupacional B3

- Inspector de obra
- Supervisor eléctrico general

Estructura ocupacional C1 (grupo I)

- Motoniveladora
- Excavadora
- Grúa estacionaria
- Draga
- Moto traílla
- Cargador frontal
- Retroexcavadora
- Tráiler cama baja
- Operador de camión articulado con volteo

CHOFERES PROFESIONALES

- Chofer profesional con licencia tipo E (Estr. Ocp. C1)

4.3.3 CRONOGRAMA VALORADO DE LA RED DE AGUA POTABLE

Se establece un cronograma para el desarrollo de este proyecto ya que por confirmación de La Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y comercialización (DAPAC) se ejecutará con recursos del cantón y por etapas, este cronograma ayudara para la ejecución y la administración del proyecto, en general ayudara a la organización administrativa, técnica, la utilización y la optimización del recurso para cumplir con el objetivo del proyecto. **(Ver Anexo No 6 adjunto en cd)**

4.3.4 RUTA CRÍTICA

La ruta crítica es un conjunto de tareas que controla las fechas de comienzo y fin calculadas para el proyecto. Al concluir la última tarea de la ruta crítica, concluye también el proyecto.

La ruta crítica puede cambiar cuando finalicen las tareas críticas o cuando se retrasen las tareas de otro conjunto. Inmediatamente se creará una nueva ruta crítica con el conjunto de tareas que debe vigilar de cerca para garantizar la finalización del proyecto o antes de esta fecha.

4.3.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Estas especificaciones técnicas fueron entregadas por La Dirección de Agua Potable Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) (**ver Anexo No 7 adjunto en cd**) y se determine la especificación de cada rubro que se ejecutará en el proyecto al ser realizado por la misma entidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al Realizar la evaluación del sistema de agua potable del barrio san Fernando se determina que los diámetros son insuficientes de acuerdo al estudio realizado con el programa EPANET.
- La evaluación física de la tubería, para transportar el caudal medio diario en las redes transversales a las vías y pasajes del sector, además el material que existe en las redes actualmente ya cumplieron con su vida útil, está constituida por varios tipos de materiales (PVC, asbesto cemento, manguera de polietileno) y calidades diferentes no se puede garantizar el buen funcionamiento de las presiones de trabajo.
- se han realizado múltiples reparaciones en la red no se está estimando la optimización del recurso que el sistema debería cumplir para mantener un estándar de servicio requerido por la norma INEN.
- El tanque de reserva es de 500m³, está en buenas condiciones y calculando para el año 2038 que es nuestra fecha límite de estudio no tenemos que hacer la construcción de otro tanque porque hasta esa fecha necesitamos una reserva de 400m³.
- Con el fin de satisfacer la demanda del servicio de agua potable se ha realizado un rediseño de la red de agua potable tomando en consideración las deficiencias del actual sistema para su mejoramiento.
- Según las condiciones topográficas y la ubicación del tanque de abastecimiento se establecen que el sistema de distribución de agua potable debe ser realizado por gravedad, la red de distribución va desde la cota 2705,00 msnm hasta la parte baja de la zona de estudio que tiene una cota de 260100 msnm garantizando la permanencia y la continuidad del servicio de agua potable.

- La red de agua potable del barrio San Fernando ha cumplido con su vida útil, la mayor parte de la red está constituida de tubería de asbesto cemento desde el año 1985 que fue construida la red.
- Con el fin de evitar las reparaciones constantes por la ruptura de la tubería de asbesto cemento se consideró cambiar toda la red y optimizar el recurso hídrico, material mano de obra.
- Existen conexiones domiciliarias anti técnicas por no contar con un servicio por cuanto existen fugas de agua en el sector.
- Se puede notar que no existe un mantenimiento de los accesorios en general y se apreció que las válvulas de fogeo están bajo tierra.
- Existe sectores que no tienen el servicio básico y tienen que llevar el líquido vital por medio de tuberías de polietileno de 1/2" desde la red principal.
- Es necesario realizar un nuevo trazado vial para ingresar con la tubería a estos sectores que han sido aislados por mucho tiempo con el líquido vital.
- Las galerías filtrantes deben ser protegidas para evitar el ingreso de animales en general.
- De acuerdo al rediseño efectuado en las mallas de distribución del sistema de agua potable del barrio San Fernando, se determinó que la mitad del proyecto tienen presiones que sobrepasan la presión estática máxima de 70 mca establecida por el Código Ecuatoriano de la Construcción Diseño de Instalaciones Sanitarias.
- Es necesario incorporar al sistema de red se agua potable, válvulas reductoras de presión o válvulas rompe presiones en las cotas más bajas del área del proyecto, las mismas que garantizan columnas de agua que podrán abastecer a viviendas de más 3 niveles permitiendo el paso por las válvulas rompe presiones hasta 20 mca que se determina en la cota más baja una columna de agua de más de 50 mca.

- Con la finalidad de realizar reparaciones en la red de agua potable se colocaran válvulas de compuerta en lugares apropiados como el inicio de la malla cerrada o entrada a una manzana y permita el corte de servicio, el número de válvulas de compuerta son 93 que facilitara el cierre y aislamiento de lugares específicos para realizar reparaciones.
- Es necesario colocar en la red de agua potable nodos de control se instalarán tapones de fogueo los mismos que se les activará cada 6 meses, esta actividad está destinada a eliminar los sedimentos atrapados en la malla de distribución del barrio San Fernando porque en algunos tramos la presión no es dinámica es estática.
- Ayudará a la población entregando la cantidad, calidad y continuidad del servicio a la población futura.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar el proceso de desinfección en el tanque de reserva cada 6 meses, se debe considerar un sistema de purificación mediante equipos de dosificación de cloro o tratamiento completo.
- Llevar un adecuado registro de la desinfección del tanque de reserva, dotar y capacitar al personal encargado de este tratamiento que se debe dar al agua y a la red de distribución.
- El personal encargado de la inspección de la red del agua potable también debe llevar un registro de los tapones de fogeo para que no se llene de sedimento y no afecte a la salud de la comunidad.
- Realizar la construcción de la red de agua potable con diámetros homogéneos para optimizar tiempo, recursos y dinero, algunos diámetros no se encuentra en el mercado se enviaría a fabricar los accesorios y la tubería de ser el caso por eso la recomendación.
- Utilizar tubería pvc por su facilidad de transporte, peso, instalación, resistencia a los asentamientos diferenciales, no favorece a la adherencia de hongos, algas, moluscos, etc,
- La tubería pvc nos permite una alta resistencia a las sobre presiones hidrostáticas por golpes de ariete, a los esfuerzos producidos por cargas externas de materiales de relleno, tráfico y sísmicas.
- Colocar válvulas rompe presiones y no aumentar diámetros de tubería para disminuir la presión, porque el aumentar los diámetros encarecería la obra y algunos accesorios se mandarían a fabricar que se tiene un tiempo de entrega de fabricación de 6 meses.
- Evitar daños a la tubería de agua potable por el paso vehicular se recomienda realizar la implantación de la tubería a 1,20 de profundidad mínima, se realizó el estudio con las normas INEN
- La revisión periódica de la red, mínimo 6 meses abrir las válvulas de fogeo para la eliminación de sedimentos que se acumulan mayormente en la tubería que no tienen recirculación.

- Utilizar la norma INEN y de MIDUVI lo cual establecen que las presiones no deben ser menores a 10mca para proporcionar factibilidad de servicio y no mayores a 50mca para presiones dinámicas y no más de 70mca para presiones estáticas.
- Implementar medidas de control para la realización de los trabajos de instalaciones y construcción de la nueva red para controlar los impactos ambientales y sociales provocados por la construcción, operación, mantenimiento de la obra de agua potable.
- Hacer todos los esfuerzos razonables para que la construcción de la obra cause molestias mínimas a la población y se obtenga un máximo beneficio posible al ambiente de la zona.
- Se debe garantizar la calidad de agua realizando un control y muestreo periódico del agua.
- Se requiere realizar un tratamiento del agua cruda antes de la salida del tanque de reserva.
- Socializar con la comunidad antes de realizar los trabajos de construcción para dar a conocer los beneficios del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Mexichem Plastigama S.A. (2010) **Manual Técnico de plastigama**. Quito.
- INEC (2010) **Índice de crecimiento de población**. Quito.
- INEN (2012) **Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) Diseño de Instalaciones Sanitarias**. Quito.
- Juan Saldarriaga (2007) **Abastecimiento de agua, redes, riego**. Colombia:
Alfaomega Bogotá.
- Arocha R. Simón (1977) **Teoría y diseño abastecimientos de agua**. Caracas: Vega.
- López Cualla, Ricardo Alfredo (2003) **Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados**. (2da edición) Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Organización Panamericana de la Salud (2005) **Guía para el diseño de redes de distribución en sistema rurales de abastecimiento de agua**. OPS/CEPIS/05.145 Lima.
- Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (2008) **Reajuste de precios** Quito.
- Universidad Politécnica de Valencia (2002) **Manual del usuario Epanet 2.0**. España.
- Universidad Politécnica de Valencia (2002) **Manual del usuario Epacad**. España.
- Ingenierocivilinfo.com **página web**
- Ley Orgánica del Sistema nacional de Contratación Publica R.O 395, julio del 2008

***ANEXO No 1: EVALUACION FÍSICA
DE TUBERIAS Y VALVULAS***

***ANEXO No 2: VOLUMEN TANQUE DE
RESERVA***

ANEXO No 3: RESULTADOS EPANET

***ANEXO No 5: CRONOGRAMA
VALORADO DE OBRA***

***ANEXO No 6: ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS***

***ANEXO No 1: PLANO TOPOGRÁFICO
Y NUEVO TRAZADO VIAL***

***ANEXO No 2: PLANOS DOTACIÓN
ACTUAL***

***ANEXO No 3: PLANO RED
EXISTENTE***

ANEXO No 4: PLANO REDISEÑO