

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR LAS
MALVINAS DEL MUNICIPIO INDEPENDENCIA, SOLEDAD -
ESTADO ANZOÁTEGUI.**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LOS BACHILLERES
CHERRY BOLÍVAR Y
VIOLIMAR GÓMEZ
PARA OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, FEBRERO DE 2017.

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de grado es plantear alternativas de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Las Malvinas del municipio Independencia, Soledad - Estado Anzoátegui. El proyecto se demarcó dentro de las características de un proyecto factible, en la cual la delimitación de las alternativas de solución para mejoras del sistema pasó inicialmente por la realización de un análisis de diagnóstico de la situación actual y la determinación de las necesidades futuras, para formular un planteamiento en función de las demandas requeridas de acuerdo al período de diseño. La estrategia que se adoptó en la investigación fue documental y de campo. Se realizó una exhaustiva búsqueda en documentos impresos y digitales, además de la colaboración de distintos organismos para conocer el sistema de abastecimiento de agua potable del sector Las Malvinas, analizar los distintos elementos que lo conforman, evaluarlo y proponer las alternativas de solución que permitan optimizar el servicio. Una vez analizados los diagnósticos, se determinó que el problema que posee el sistema actualmente se debe al deterioro de los elementos que posee y el vencimiento de la vida útil de los mismos, proporcionándose pérdidas considerables en las tuberías. Se proyectó para el año 2.051 un total de 45.516 habitantes para la población de Soledad y 3.912 habitantes para el sector Las Malvinas, este último usado para calcular la demanda y volumen de almacenamiento requerido. Se consideró realizar una línea de impulsión nueva hasta un nuevo estanque de almacenamiento ubicado en el sector así como también la creación de una red de distribución que cumpla con las expectativas de diseño. Con esta propuesta se pretende dar soluciones técnicas a las deficiencias actuales y futuras del sistema, para garantizar el abastecimiento de agua potable al sector y mejorar así su calidad de vida.

INTRODUCCIÓN

A través de los años, se han desarrollado distintos métodos y prácticas para resolver los problemas de abastecimiento de agua. La solución de dichos problemas se ha venido tecnificando con el uso de nuevos materiales y equipos que han hecho mejorar notablemente los servicios, realizándolos al menor costo y con mayor eficiencia.

A medida que se hicieron los poblados más estables y crecieron en número fue necesario complementar lo aportado por la naturaleza con obras realizadas por el hombre. Surgieron así los primeros intentos de almacenar y conducir el agua a determinados asentamientos a través de incipientes redes de suministro.

El consumo de agua estará en proporción directa al número de habitantes, en magnitud al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales o agrícolas y también en extensión al mayor o menor estilo de vida. Aún más; esos consumos pueden estar influidos por un número fijo de habitantes y condiciones similares por factores climatológicos y sociales.

El estudio está localizado en el sector Las Malvinas de la población de Soledad - Estado Anzoátegui, el cual busca la solución del problema del suministro de agua potable en particular. Para ello es necesario plantear alternativas para su solución y garantizar un óptimo funcionamiento. El trabajo ha sido desarrollado en los siguientes capítulos:

Capítulo I. Situación a investigar: se detalla la situación o el problema objeto de estudio, también se planifica el objetivo general así como los específicos y a su vez se explica la justificación y el alcance de dicha investigación.

Capítulo II. Generalidades: se especifica la ubicación y acceso a la zona de estudio. Se mencionan las características geográficas, población e hidrografía de la región.

Capítulo III. Marco teórico: se mencionan los antecedentes de la investigación, se plasman las bases teóricas relacionadas con el tema en estudio, bases legales y se presentan una serie de definiciones de términos básicos.

Capítulo IV. Diseño metodológico: se plantea el tipo y diseño de estudio, así como también la población, muestra y técnicas de recolección de datos. Se especifica el procedimiento empleado en el desarrollo de la investigación, además se elabora un flujograma adaptado a la estructura en que se desenvuelve el estudio.

Capítulo V. Análisis e interpretación de resultados: se presenta la situación actual, la descripción y las fallas del sistema de abastecimiento de agua potable así como también el caudal de diseño y las condiciones teóricas que debe tener el sistema para su óptimo funcionamiento.

Capítulo VI. La Propuesta: se presentan las distintas alternativas que permitan mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona de estudio, tales como: Diseñar un sistema de líneas de conducción que sustituyan las que actualmente existen, proponer un estanque de almacenamiento ubicado en un sitio estratégico cercano al sector y diseñar una red de distribución principal que satisfaga la demanda actual y la proyectada hasta el año 2.051.

Conclusiones y recomendaciones: se establecen los resultados procedentes de los estudios y análisis plasmados en el capítulo V y en el capítulo VI, y se realizan las recomendaciones convenientes para mejorar el abastecimiento de agua potable en el sector de estudio.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

El desabastecimiento de agua potable para la sociedad común se acrecienta cada vez más gracias a que muchos países que conforman el planeta Tierra no toman medidas necesarias para evitar la contaminación de agua dulce la cual es el sustento de la vida en nuestro mundo.

Nos aporta al respecto Rigoberto Andressen que a pesar del enorme volumen de agua que existe en el planeta, 1,41 mil millones de km³, sólo el 2% es agua dulce, la mayor parte de la cual (alrededor del 87%), se encuentra en capas de hielo, glaciares y aguas subterráneas, y un 13% (unos 2.000 km³) es la cantidad de agua disponible, que se encuentra en ríos, lagos y otros cuerpos de agua dulce.

Además, por un estudio realizado por la BBC en su portal web “new.bbc.co.uk”, se determina que “el consumo de agua en el mundo aumentó seis veces entre 1990 y 1995 (más del doble del crecimiento de la sociedad) y continúa aumentando a medida que se incrementa tanto la demanda doméstica como la industrial.”

Cabe destacar que los países con la mayor cantidad de gente pobre son los que sufren más la situación del desabastecimiento de agua potable, ya que en algunos casos tienen que caminar grandes distancias para conseguir agua, pagar altos precios y la aparición de enfermedades relacionadas con el consumo de aguas mal tratadas.

En la actualidad, según cifras de la Organización de Naciones Unidas (ONU) existe una seria crisis generada por escasez de agua, su administración y un gran problema de saneamiento a nivel mundial.

Estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) revelan que más de mil millones de personas no cuentan con cantidades necesarias de agua potable para cubrir tareas diarias, mientras que dos mil seiscientos millones carecen de saneamiento. Esto equivale a casi un tercio de la población mundial actual la cual alcanza una cifra de casi siete mil millones de personas.

En este caso new.bbc.co.uk dice que “un tercio de la población vive en países que sufren falta de agua y para el 2.025 se espera que la cifra aumente a dos tercios.”

Es necesario saber que el agua existente en el mundo es suficiente para todos, para cubrir nuestras necesidades básicas.

La ONU señala que cada persona necesita un mínimo de 50 litros diarios (50 LPD) para cubrir sus necesidades básicas (bañarse, cocinar, beber, etc.). Para el año 1.990 mil millones de personas no contaban con esta mínima cantidad. Para el 2.015 insertar esa mínima cantidad de agua a todas las personas a nivel mundial implicaría usar menos del 1% de la cantidad de agua que se usa hoy en el mundo, sin embargo esto parece un objetivo difícil de lograr.

Ahora bien, Venezuela no escapa de esta situación. Siendo un país en desarrollo no cuenta con las medidas necesarias para satisfacer la demanda de agua potable que sustenta la vida diaria de sus habitantes.

Carlos Mora Venegas, Dr. en Filosofía de la Educación, Ingeniero, Administrador, Abogado, Master Administración de Empresas Mención Mercadeo y Recursos Humanos, en su página web “entornoempresarial.com” cita en el artículo *El dramático problema del agua en Venezuela*: “Cada vez se torna más serio el problema del agua en el país, hecho que ya nos ha tocado afrontar, especialmente cuando se interrumpe su servicio y se permanece varios días sin ese elemento tan importante en nuestra vida, tan necesario y que se le debe prestar la atención necesaria para evitar problemas que de él se pueden derivar, no solo de protestas al gobierno por la poca atención que se le ha dispensado a esta situación, sino porque se requiere de ese elemento para subsistir.”

También Omar Montilla, Abogado Consultor y Ex Profesor Universitario, recuerda lo siguiente: “en Venezuela cada habitante consume un promedio de 400 litros por día y es 13° productor de agua en el mundo y el 6° en América, pero enfrentamos un inmenso desequilibrio, porque el 60% de la población se encuentra aglomerada en 4% del territorio nacional y lo dramático es que las principales fuentes de agua dulce no siempre están cerca de los centros urbanos, lo cual implica el transporte y la pérdida de un caudal considerable en el trayecto.”

La mayor densidad poblacional se encuentra en el eje centro-norte-costero y los mayores recursos hídricos se encuentran en el eje Apuríorinoco (Apure y Orinoco) que incluyen los ríos más caudalosos como los ríos Aro, El Caura y Caroní.

Venezuela posee la segunda mayor reserva hídrica de Latinoamérica (después de Brasil) gracias a sus caudalosos ríos con los que posee podría atender perfectamente las necesidades de una población mucho mayor que la actual.

Los sectores más humildes del país son los que se ven más afectados en cuanto al suministro de agua potable. Estas comunidades, además de no poseer un buen

servicio de agua potable constante a causa de los recortes implementados por los entes gubernamentales, se prestan para la aparición de enfermedades causadas por la mala condición que poseen casi todos los elementos del sistema de abastecimiento de agua.

Es el caso del sector las Malvinas, de la población de Soledad, Municipio Independencia del Estado Anzoátegui, se presentan estos problemas de desabastecimiento de agua potable que han venido aumentando últimamente. Este sector se divide en dos partes según la delimitación de los Concejos Comunales que están presentes los que son “Malvinas I” (parte baja o lado sur) y “Malvinas II” (parte alta o lado norte).

En la actualidad el agua para consumo humano llega solo dos veces a la semana especialmente los días martes y jueves en un periodo de 7 a 8 horas aproximadamente. Esto se agrava porque a veces para la parte alta del sector no obtienen el agua o sale muy poca a través de la tubería. El agua, en muchos casos, es de pésima calidad, tiene apariencia turbia y en ocasiones arrastra material sedimentado. Las personas tienen que usar filtros o esperar que el agua se asiente para poder consumirla.

En algunas ocasiones pasan hasta dos o tres semanas sin que el agua aparezca por las tuberías, lo cual hace que el gobierno municipal movilice tanques cisterna para así abastecer un poco al sector dando cantidades limitadas de agua por casa.

Este sector es el más grande a nivel geográfico y poblacional que hay en el pueblo y es el que está más alejado del Río Orinoco que es la fuente principal de agua para todo el poblado.

En los últimos años ha venido creciendo la población y por consiguiente la demanda de agua debido al auge de trabajo y la explotación de la faja petrolífera que se ha venido realizando a las cercanías de la población. Por ende debe hacerse un plan para solucionar o minimizar en lo posible esta calamidad.

El sector cuenta con un sistema de red de distribución con una tubería principal de 2 pulgadas de diámetro (15cm) y tomas hacia las viviendas de $\frac{3}{4}$ pulgadas o $\frac{1}{2}$ pulgadas. Las viviendas en su mayoría no poseen medidores.

La mayoría de las casas posee bombas eléctricas, las cuales usan a la hora de llegar el agua minimizando así la posibilidad que las otras viviendas donde no se tienen estas bombas no lleguen con regularidad.

Ya sabiendo la problemática y las características que presenta el sector, para solventar esta situación se presentan las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el estado actual del sistema de aguas claras de la población y de la zona en estudio?

¿Cuáles son las medidas a tomar en cuenta para el activar el mejoramiento del sistema?

¿Qué acciones se pueden implementar para la realización de una o varias alternativas para el mejoramiento del sistema de aguas claras del sector en estudio?

1.2 Objetivo general

Plantear alternativas de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Las Malvinas del municipio Independencia, Soledad - Estado Anzoátegui.

1.2.1 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual del servicio de agua potable del sector en estudio.
2. Identificar las características actuales de los elementos que conforman el sistema.
3. Describir la condición actual de los elementos que conforman el sistema.
4. Calcular el caudal de diseño para el sector en estudio.
5. Establecer las condiciones de diseño teóricas requeridas necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema.
6. Plantear alternativas para mejorar el sistema de abastecimiento agua potable del sector Las Malvinas de la población de Soledad.

1.3 Justificación de la Investigación

El presente estudio tiene como finalidad hallar alternativas de solución al problema de abastecimiento de aguas blancas en el sector Las Malvinas de la población de Soledad, Municipio Independencia, Estado Anzoátegui.

Esta investigación proporcionará una mejor visión del funcionamiento actual de la red de distribución, dando a conocer sus posibles fallas como también sus posibles ventajas a la hora de un buen funcionamiento del sistema.

Por ende esta investigación pretenderá mostrar a los organismos competentes en esta área como al público en general en qué estado se encuentra actualmente el sistema de distribución y sus elementos y así poder aplicar medidas que ayuden al mejoramiento del mismo.

También el estudio podría usarse como guía para futuras investigaciones relacionadas con el tema aquí descrito así como también un instrumento para algunos estudiantes de ingeniería civil (u otras profesiones) que pretenda hacer una investigación o estudio referente al tema en cuestión.

1.4 Alcance de la investigación

Esta investigación está destinada a analizar las situaciones actuales que presenta el sistema de red de distribución de aguas blancas en el sector Las Malvinas de Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, tomando en cuenta los diversos factores que intervienen, para así hallar posibles alternativas que solucionen el problema de abastecimiento de agua que presenta este populoso sector.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica

La población de Soledad está ubicada al sur del estado Anzoátegui, al borde del río Orinoco. Es la capital del municipio Independencia. Está delimitado por la troncal 16 de noroeste, sur con el río Orinoco y hacia el este con el río La Peña. Está compuesto por varios sectores y comunidades, entre los cuales se encuentran: La Peñita, Caicagüita, Casco Central, El Lindero, El Peso, Villa Cariña, Las Casitas, Villa del Rosario, Las Malvinas, entre otros como también las comunidades de Tamarindo y La Encaramada.

El acceso a la población se presenta por varias vías tanto terrestre como fluvial:

- Troncal 16 (vía Soledad – El Tigre).
- Calle Simón Rodríguez en intersección con la troncal 16 hacia el Puente Angostura y Ciudad Bolívar.
- Calle Principal de La Peñita hacia los balnearios.
- Vía fluvial del puerto de las lanchas en Soledad y el puerto de las lanchas en Ciudad Bolívar.

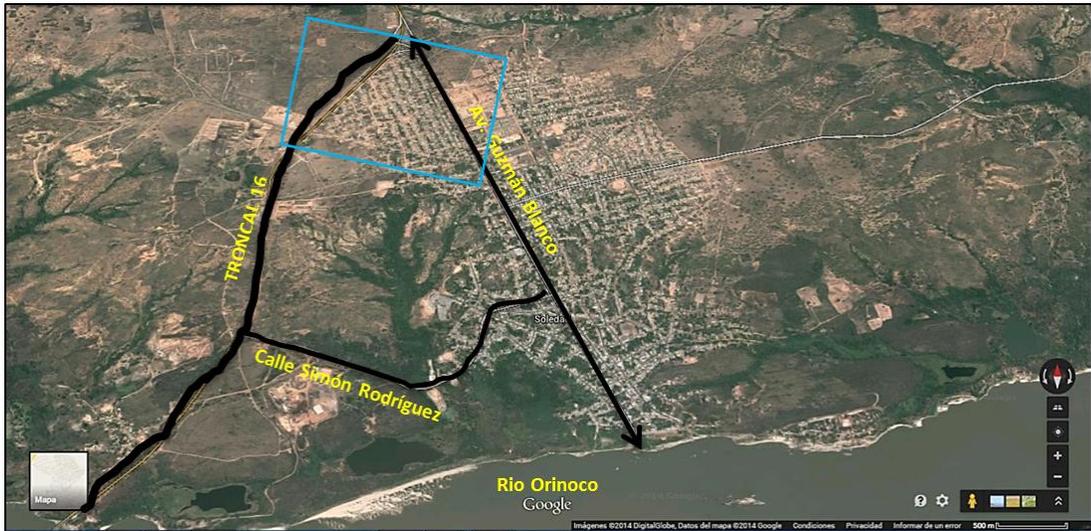


Figura 2. 1 Vista satelital de la población de Soledad – Estado Anzoátegui. Identificación de las carreteras principales de la localidad. Demarcación del sector de estudio.

Las Malvinas está delimitada por las calles El Peso, la Troncal 16 y la Avenida Guzmán Blanco formando una especie de triángulo entre estas tres vías de comunicación. Geográficamente ubicado al extremo noroeste de la población de Soledad y se encuentra delimitado por:

- Norte, con la troncal 16 vía Soledad – El Tigre.
- Sur, con el barrio El Peso.
- Este, con la avenida Guzmán Blanco.
- Oeste, con la troncal 16 vía Soledad – Ciudad Bolívar.

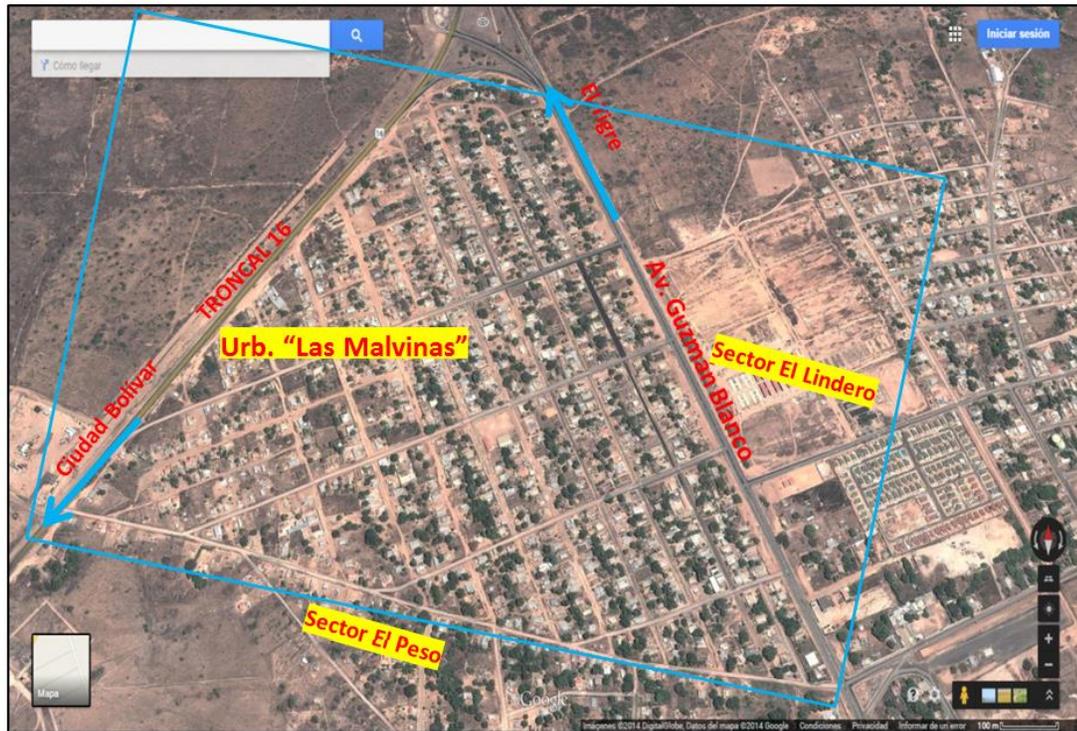


Figura 2. 2 Delimitación geográfica del sector Las Malvinas.

2.2 Características de la población

Por su cercanía a Ciudad Bolívar su clima es prácticamente similar, un promedio de 23° a 37° C. de temperatura anualmente. Tiene una variedad climática representada por las temporadas de lluvia (meses de junio, julio y agosto) y sequía o verano (meses febrero y marzo). Una precipitación promedio anual de 977,9 mm (según The Weather Chanel Interactive. Inc. Octubre del 2013).

Las personas se dedican mayormente a actividades de pesca, ganadería y agricultura, unos que otros al comercio. También con la explotación petrolera de la Faja del Orinoco, el cual el pueblo y todo el municipio pertenecen, tanto así que forma un 45% de esta faja, en ella está el Campo Carabobo y el Campo Ayacucho, muchas personas se dedican a estos trabajos petroleros.

La mayoría del sector en estudio es de origen domiciliario, como también se encuentran algunos comercios, galpones de uso múltiple entre otros. Se dispone parcialmente de servicio de acueducto o aguas blancas, cloacas o aguas negras, electricidad y aseo. Tomando en cuenta estos servicios son deficientes y en algunos casos están en mal estado.

También se pueden mencionar las dos principales industrias que están dentro del margen del territorio de la población las cuales son REMACA (a 10 Km vía El Tigre) y PROPULSO C.A. (saliendo a la calle Simón Rodríguez hacia Ciudad Bolívar).

El sector ha venido presentando un crecimiento poblacional paulatino con el auge de la creación de viviendas otorgadas por el gobierno.

(<http://wikipedia.com/soledad-amzoategui>).

En la población de Soledad el ente encargado para la ejecución de proyectos en el área de aguas claras es la CVG-SOLEIDAD. Tiene la capacidad para ofrecer la ayuda competente en proyectos de grandes escalas así como también los de mediana y corta escala, además de aportar a la comunidad el mantenimiento de las estructuras que comprenden a todo el sistema de aguas claras de la población. Con la ayuda y el apoyo de la alcaldía del municipio Independencia se encargan en todo este rol antes mencionado.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la Investigación

Raúl José López Malavé (enero 2009) Tesis de Grado que lleva como título: **“DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES SANTA FE Y CAPACHAL, PÍRITU, ESTADO ANZOÁTEGUI”**, presentado a la Universidad de Oriente para optar por el título de Ingeniero Mecánico. En este trabajo se diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable haciendo diferentes cálculos hidráulicos a partir de los datos y censos hechos en las comunidades en estudio, satisfaciendo así las necesidades domésticas de sus habitantes.

Este estudio está en concordancia con la investigación que este trabajo tratará ya que sigue una serie de parámetros para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y así llegar a una mejoría en la población tratada.

Ivette Andrea León Romero (enero 2013) Trabajo de Grado titulado: **“DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS BLANCAS Y RECOLECCIÓN DE AGUAS NEGRAS PARA LA COMUNIDAD EL HUEQUITO, UBICADA EN TURGUA, SECTOR MONTEROLA, MUNICIPIO EL HATILLO, ESTADO MIRANDA, VENEZUELA”**, presentado a la Universidad Nueva Esparta para optar por el título de Ingeniería Civil. En este trabajo se hace el diseño de los sistemas de aguas blancas y negras, haciendo diversos estudios de esas comunidades. Tomando en cuenta el diseño del sistema de aguas blancas se propuso construir un tanque de almacenamiento que es capaz de satisfacer a la población durante 2 días de suministro del vital líquido por medio de tuberías y con la acción de gravedad.

Este trabajo tiene estrecha relación con el estudio que en esta investigación tratará ya que se pueden seguir distintos parámetros de diseño con los cuales se llegó a satisfacer la población.

Danny A., Carpavire L. y Yoslen J., Albino G. (noviembre 2010) en su Trabajo de Grado: **“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS CLARAS DE LA POBLACIÓN SAN JOSÉ DE GUABIRE, ESTADO GUÁRICO”**, presentado a la Universidad de Oriente para optar al título de Ingeniería Civil. Considerando los resultados obtenidos a través del diagnóstico realizado a los elementos del sistema plantean la construcción de un estanque de concreto postensado a fin de satisfacer el volumen de almacenamiento requerido por la población, la implementación de una nueva red principal y una nueva línea de conducción desde la estación de bombeo hasta el estanque.

Esta investigación es de utilidad para la realización del proyecto de estudio ya que permite adoptar los criterios establecidos en ella.

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 El Agua

Es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Su fórmula molecular es H₂O.

El agua cubre el 72% de la superficie del planeta Tierra y representa entre el 50% y el 90% de la masa de los seres vivos. Es una sustancia relativamente abundante aunque sólo supone el 0,22% de la masa de la Tierra. Se puede encontrar

esta sustancia en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Se halla en forma líquida en los mares, ríos, lagos y océanos; en forma sólida, nieve o hielo, en los casquetes polares, en las cumbres de las montañas y en los lugares de la Tierra donde la temperatura es inferior a cero grados Celsius; y en forma gaseosa se halla formando parte de la atmósfera terrestre como vapor de agua.

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie de la Tierra. El 3% de su volumen es dulce. De ese 3%, un 1% está en estado líquido, componiendo los ríos y lagos. El 2% restante se encuentra formando casquetes o banquisa en las latitudes próximas a los polos.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Las personas consumen agua potable la cual se denomina al agua que se encuentra en condiciones aptas para el consumo humano según unos estándares de calidad, la cual llega a los hogares a través de grifos.

Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas, es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales. El suministro de agua potable al consumidor es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. Ya en la Grecia clásica se construían acueductos y tuberías de presión para asegurar el suministro local. En algunas zonas se construían y construyen cisternas o aljibes que recogen las aguas pluviales. Estos depósitos suelen ser subterráneos para que el agua se mantenga fresca y a salvo de la luz del sol.

En Venezuela existen muchas comunidades y poblados que no cuentan con el servicio de agua potable lo cual provoca el estancamiento del desarrollo económico de esas regiones, ya que las actividades agrícolas, artesanales y lácteas no son

garantizadas y sus productos podrían no comercializarse en cualquier época del año. Por otra parte se ve un incremento del alto índice de morbilidad, producto del almacenamiento de agua en envases inadecuados.

3.2.2 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

El abastecimiento de agua potable para las colectividades humanas, ha sido siempre una prioridad para la subsistencia del hombre. Un sistema de abastecimiento de agua potable se crea o se amplía para llevar el vital líquido, desde la fuente de suministro hasta los consumidores para uso doméstico, industrial, comercial, entre otros. En general un sistema de abastecimiento de agua está compuesto por:

- a. **Fuente:** constituye la parte más importante del sistema. Debe ser básicamente permanente y suficiente, pudiendo ser subterránea o superficial. Lo adecuado del abastecimiento implica que la fuente sea lo suficientemente grande para satisfacer la demanda total de agua.
- b. **Obras de Captación:** es el conjunto de estructuras que permiten extraer el agua de la fuente en condiciones satisfactorias de flujo y con un control adecuado. Será dependiente del tipo de fuente y de las condiciones y topografía del terreno.
- c. **Planta de Tratamiento:** es el conjunto de diversas estructuras, en la cual el agua es tratada, eliminando las bacterias patógenas, sabores y olores desagradables, partículas así como color y dureza; y hacerla apta para su consumo.

- d. **Línea de Conducción:** es el conjunto de tuberías que conducen el agua desde la obra de captación hasta el sitio de potabilización o hasta el estanque de almacenamiento. Para lograr una eficiencia del sistema debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo. La conducción puede hacerse a gravedad, a presión o mixta (gravedad y bombeo), representadas en el terreno mediante canales abiertos o conductos a presión, dependiendo de la topografía del terreno.

- e. **Estanque de Almacenamiento:** es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. Las dos funciones principales de estos depósitos de agua son igualar el suministro y la demanda en periodos de consumo variable y suministrar el agua durante fallas del equipo o por demandas por incendio.

- f. **Red de Distribución:** consiste en llevar el agua a los diferentes Sectores de la comunidad, para lo cual se requiere de un sistema de conductos a presión que tengan la capacidad necesaria para suministrar cantidades suficientes y dentro de ciertas normas estipuladas para cada zona en particular. Existen otros tipos de estructuras de carácter complementario, que también forman parte del sistema de abastecimiento de agua como por ejemplo: tanquillas rompecarga, desarenadores, chimeneas de equilibrio, válvulas de suspensión de golpe de ariete, etc.

3.2.3 Criterios básicos para el diseño del sistema

Un sistema de abastecimiento posee una serie de estructuras con características diferentes que tendrán criterios distintos según la función que cumplan. Por tanto, para su diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y los daños a que estarán expuestos, así

como desde el punto de vista funcional su aprovechamiento y eficiencia, para ajustarlos a criterios económicos.

3.2.4 Consumo de Agua

El conocimiento cabal de esta información es de gran importancia en el diseño para el logro de estructuras funcionales, dentro de lapsos económicamente aconsejables. Mediante investigaciones realizadas, se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumos de agua. Estas cifras nos conducen a la determinación de un gasto o consumo medio, lo cual ha de constituir la base de todo diseño, requiriéndose por tanto, un conocimiento cabal de estas estimaciones. Cuando se dispone de planos urbanísticos que presentan áreas zonificadas de acuerdo al uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastante aproximación.

3.2.4.1 Tipos de Consumo

Una comunidad o zona a desarrollar está constituida por Sectores residenciales, comerciales, industriales y recreacionales, cuya composición porcentual es variable para cada caso. Esto nos permite fijar el tipo de consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones; así se tiene:

- a. **Consumo Doméstico:** constituido por el consumo familiar de agua de bebida, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina limpieza, riego de jardín, lavado de carro y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias. Resulta generalmente el consumo predominante en el diseño en urbanismos.

- b. **Comercial o Industrial:** puede ser un gasto significativo en caso donde las áreas a desarrollar tenga una vinculación industrial o comercial. En tal caso, las cifras de consumo deben basarse en el tipo de industria y comercio, más que en estimaciones referidas a áreas o consumos per cápita. Para comercio e industria en situación normal, esto puede ser incluido y estimado dentro de los consumos per cápita adoptados, y diseñar en base a esos parámetros.
- c. **Consumo Público:** está constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines públicos, así como a la limpieza de calles.
- d. **Consumo por Pérdida en la Red:** es motivado por juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas y puede llegar a representar de un 10% a un 15% del consumo total.
- e. **Consumo por Incendio:** en términos generales, puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios, y que en el diseño de algunos de sus componentes ese factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que esto puede significar para el conglomerado que sirve. Las Normas, establece lo siguiente: Cuando sea necesario proyectar un sistema de abastecimiento de agua para una ciudad y no se tengan datos confiables sobre consumo, se sugieren como consumos mínimos permisibles para objeto del diseño, los indicados en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Consumos mínimos permisibles

| Población | Servicios con medidores (L/persona/día) | Servicios sin medidores (L/persona/día) |
|-------------------|--|--|
| Hasta 20.000 | 200 | 400 |
| 20.000 a 50.000 | 250 | 500 |
| Mayores de 50.000 | 300 | 600 |

3.2.4.2 Variaciones Periódicas de los Consumos

En general, la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente, a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort, propiciando así su desarrollo. Para lograr tales objetivos, es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto este satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto. Esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento del sistema de acueducto a las variaciones en los consumos de agua que ocurrirán para diferentes momentos durante el período de diseño previsto.

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en función (%) del Consumo Medio (Q_m), el problema consistirá, entonces, en poder satisfacer las necesidades reales de cada zona a desarrollar, diseñando cada estructura de forma tal que estas cifras de consumo y estas variaciones de los mismos, no desarticulen a todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.

El consumo medio diario (Q_m) puede obtenerse:

- Como la sumatoria de las dotaciones asignadas a cada parcela en atención a su zonificación, de acuerdo al plano regulador de la ciudad.
- Como el resultado de una estimación de consumo per cápita para la población futura del período de diseño.
- Como el promedio de los consumos diarios registrados en una localidad durante un año de mediciones consecutivas.

Ello nos permite hacer las siguientes definiciones:

- a. Consumo medio diario (Q_m): se define como el promedio de los consumos diarios durante un año de registros.

$$Q_m = P_{ob} \times D_{ot} \quad (3.1)$$

Dónde:

Q_m = Consumo medio diario (l/s).

P = Población (en miles de habitantes).

D = Dotación (l/s).

- b. Consumo máximo diario (Q_{md}): es el día de máximo consumo de una serie de registro observado durante los 365 días de un año.

$$Q_{md} = Q_m \times K_1 \quad (3.2)$$

- c. Consumo máximo horario (Q_{mh}): se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

$$Q_{mh} = Q_m \times K_2 \quad (3.3)$$

En la tabla 3.2 se presenta el cálculo de Q_{md} y Q_{mh} por diversos autores.

Tabla 3. 2 Calculo de Q_{md} y Q_{mh} por diversos autores

| Autor Consumo | Arocha 1.997 | Rivas 1.983 | INOS 1.965 | MSAS 1.989 |
|--------------------------|------------------------------|--|--------------|--------------|
| $Q_{MD} = K_1 \cdot Q_m$ | $K_1 = (1,2 \text{ a } 1,6)$ | $K_1 = 1,25$ | $K_1 = 1,20$ | $K_1 = 1,25$ |
| $Q_{MH} = K_2 \cdot Q_m$ | $K_2 = (2-3)$ | $K_2 = 2,75 - 0,0075X$ (1.000hab < Pob < 10.0000 hab.) X = población en miles de hab. $K_2 = 2$ (Pob \geq 100.000hab.) $K_2 = 2,75$ (Pob \leq 1.000hab.) | | $K_2 = 2,5$ |

3.2.5 Periodo de Diseño y Factores Determinantes

Un sistema de abastecimiento de agua se proyecta de modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado período. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable.

Por lo tanto, el período de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 por 100, ya sea capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones. A continuación se explican los factores determinantes para los periodos de diseño.

1. **Durabilidad o vida útil de las instalaciones:** dependerá de la resistencia física del material a factores adversos por desgaste u obsolescencia. Todo material se

deteriora con el uso y con el tiempo, pero su resistencia a los esfuerzos y los daños a los cuales estará sometido es variable, dependiendo de las características del material empleado. Así, al hablar de tuberías, como elemento de primer orden dentro de un acueducto, encontramos distintas resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad; factores estos que serán determinantes en su durabilidad o en el establecimiento de períodos de diseño, puesto que sería ilógico seleccionarlos con capacidad superior al máximo que les fija su resistencia física. Siendo un sistema de abastecimiento de agua una obra muy compleja, constituida por obras de concreto, metálicas, tuberías, estaciones de bombeo, etc., cuya resistencia física es variable, no es posible pensar en periodos de diseño uniformes.

2. **Facilidades de construcción, posibilidades de ampliaciones y/o sustituciones:** la fijación de un período de diseño está íntimamente ligado a factores económicos. Por ello, al analizar uno cualquiera de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua, la asignación de un período de diseño ajustado a criterios económicos estará regido por la dificultad o la facilidad de su construcción (costos) que inducirán a mayores o menores períodos de inversiones nuevas, para atender las demandas que el crecimiento poblacional obliga.
3. **Tendencias de crecimiento de la población:** el crecimiento poblacional es función de factores económicos, sociales y de desarrollo industrial. Un sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de propiciar y estimular ese desarrollo, no de frenarlo, pero el acueducto es un servicio cuyos costos deben ser retribuidos por los beneficiarios, pudiendo resultar en costos muy elevados si se toman períodos muy largos para ciudades con desarrollos muy violentos, con lo cual podría proporcionarse una quiebra administrativa. Esto nos induce a señalar que de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la población es

conveniente elegir períodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa

4. **Posibilidades de financiamiento y tasa de interés:** las razones de durabilidad y tendencia al desgaste físico es indudable que representa un factor importante para el mejor diseño, pero adicionalmente habrá que hacer esas estimaciones de interés y de costo capitalizado para que pueda aprovecharse más útilmente la inversión hecha. Esto implica el conocimiento del crecimiento poblacional y la fijación de una capacidad de servicio del acueducto para diversos años futuros, con lo cual se podrá obtener un período óptimo de obsolescencia, al final de la cual se requeriría una nueva inversión o una ampliación del sistema actual. No parece lógica la utilización de períodos de diseño generalizados, cuando existen una serie de variables que hacen de cada caso una situación particular. Esta es una condición que conduce a hacer un análisis económico incluyendo las diversas variables que interviene en la fijación de un periodo de diseño adecuado. La determinación de la capacidad del sistema de abastecimiento de agua de una localidad debe ser dependiente de su costo total capitalizado. Generalmente los sistemas de abastecimiento de agua se diseñan y se construyen para satisfacer una población mayor que la actual (población futura).

Tomando en cuenta los factores señalados se debe establecer para cada caso el período de diseño aconsejable. En la tabla 4.4 se indican algunos rangos de valores asignados a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua.

Tabla 3. 3 Vida útil de diferentes elementos de un sistema de abastecimiento.

| Elemento | Vida útil |
|-----------------------------|---|
| Fuentes superficiales | Sin regulación : 20 a 30 años Con regulación: 20 a 30 años |
| Fuentes subterráneas | 20 a 30 años |
| Obras de captación | 20 a 50 años |
| Estaciones de bombeo | 10 a 15 años |
| Líneas de aducción | 20 a 40 años |
| Plantas de tratamiento | 10 a 15 años |
| Líneas de impulsión | 20 a 40 años |
| Estanques de almacenamiento | De concreto : 30 a 40 años Metálicos: 20 a 30 años |
| Redes de distribución | 20 años |

3.2.6 Pérdidas en un sistema de abastecimiento de agua potable

Si en un sistema de abastecimiento parte del volumen de agua no llega al consumidor final porque se “queda en el camino” estaríamos hablando de pérdidas en el sistema que restarían eficiencia al mismo. Estas pérdidas pueden producirse debido a varios factores, a saber:

- **Fugas:** cuando el flujo de agua que transita por la tubería se escapa a través de fisuras, grietas, roturas, empalmes deficientes o piezas filtrantes.
- **Desbordamiento de Tanques:** En la etapa de almacenamiento de agua potable, se puede perder una gran cantidad de agua debido a derrames productos de una mala operación o falta de control en el sistema.

- **Empotramientos Ilegales:** Hay dos tipos de irregularidades:
 - Cuando una persona o institución se beneficia del servicio de agua sin autorización.
 - Cuando la persona está legalmente empotrada al acueducto pero su aporte es incompleto.

- **Errores de Medición:** La imprecisión de macro medidores y micro medidores acarrea pérdidas. En primer lugar, porque los volúmenes medidos no son reales, hay ciertas cantidades de agua que aunque pase por el medidor no son contabilizadas, y aunque son consumidas no se facturan.

- **Uso no Medido:** En una comunidad existen ciertos usos necesarios que no se miden, entre ellos se encuentran:
 - Combate de incendios
 - Lavado de redes
 - Uso del Sector público
 - Lavado de calles

3.2.7 Red de distribución

Una vez hecho el estudio de campo, y definidos tentativamente los elementos que han de formar el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de las diferentes partes, entre estas la red de distribución.

Para el diseño de la red de distribución es imprescindible haber definido la fuente y el almacenamiento. Las cantidades de agua estarán definidas por los

consumos, estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables.

Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda, las normas venezolanas establecen en el medio rural un mínimo de 10 m y en medio urbano entre 20 m y 25 m dependiendo de la importancia de la ciudad. También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas, tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso; las Normas INOS han fijado para áreas urbanas una presión máxima en la red de 75 m; en áreas rurales las Normas M.S.A.S limitan a 40 m estas máximas presiones.

3.2.7.1 Tipos de Redes

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del estanque, se determina el tipo de red, estas pueden ser:

- a. **Tipo Ramificado:** son redes de distribución compuestas por un ramal troncal o una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, formadas por ramales ciegos. Los gastos medios de consumo en cada tramo pueden determinarse conociendo la zonificación y asignando la dotación correspondiente de acuerdo a las normas sanitarias vigentes. En el caso de localidades donde no se disponga del plano regulador de la ciudad, los gastos de consumo por tramo pueden asignarse en base a un gasto unitario para zonas de densidad homogénea.

- b. **Tipo Mallado:** este tipo de red es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En ciudades donde no exista plano regulador, la estimación de los gastos medios de consumo se hará en función del crecimiento poblacional para el periodo de diseño considerado. Cuando se tenga la zonificación y el plano regulador, asignando a cada parcela el uso de la tierra, la determinación de los consumos para cada tramo se hará en base a las cifras de dotaciones contenidas en gaceta.
- c. **Tipo Mixto:** en este caso la red está constituida por tramos ramificados y mallas.

3.2.7.2 Componentes de la red de distribución

- ❖ **Tubería:** a menos que se indique específicamente, la palabra tubería se refiere siempre a un conducto de sección circular y diámetro interior constante. Las tuberías representan uno de los componentes más importantes en un sistema de abastecimiento de agua, ya que éstas facilitan el traslado del agua sobre todo si existe un desnivel como el que se presenta en este proyecto en el cual hay que llevar el agua de un nivel inferior a uno superior.
- ❖ **Tubería Matriz (mayores a 400mm):** Conducen el agua desde los tanques de almacenamiento o estaciones de bombeo o aducción a las tuberías arteriales. No se deberían hacer tomas sobre esta tubería sino sobre tuberías de distribución paralelas.

- ❖ **Tuberías Arteriales o Principales:** Suplen los gastos a los hidrantes y consumos en general.
- ❖ **Tuberías de Relleno:** Pueden hacer la misma función de las arteriales pero en general se utilizan para intercomunicar redes para formar mallas por lo cual generalmente son de diámetros menores que las arteriales. Deben tener diámetro suficiente para servir a los hidrantes y garantizar presiones mínimas.
- ❖ **Tuberías de Servicio:** Suplen el consumo desde las tuberías a los medidores comerciales instalados en la residencia o institución que reciba el servicio. En medios urbanos el diámetro debe ser mayor o igual a $\frac{3}{4}$ de pulgada, en medios rurales se pueden aceptar diámetros de hasta $\frac{1}{2}$ pulgada.

❖ **Selección de la Tubería**

Cuando se conduce agua a presión es necesario usar conductos cerrados que soporten las presiones internas que se producen. La sección más conveniente para resistir esas presiones, además de presentar las mejores características hidráulicas es la de forma circular; Estas tuberías pueden ser construidas de diversos materiales, dependiendo de las presiones internas y externas a que puedan estar sometidas; de los costos y de las características físicas y químicas del suelo con el que estarán en contacto.

- a. **En función de las presiones:** Las clases de tubería a seleccionar estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea, lo cual estará representado por la línea de carga estática. La mejor solución consistirá en determinar las longitudes correspondientes a cada clase de forma de

aprovechar al máximo la de menor costo hasta su límite de aceptación. La presión que resista cada tubería vendrá determinada por el fabricante.

- b. **En función del material:** Se elige el tipo de material requerido por la naturaleza del terreno, condiciones topográficas o de utilización.

Tabla 3. 4 Características de las tuberías según material.

| Material | Condiciones | Coefficiente de Fricción (C) |
|------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Hierro Fundido (H.F.) | Posee poca resistencia a la oxidación y a la corrosión, es frágil por lo que se re recomienda su colocación enterrada. | 100 |
| Hierro Fundido Dúctil (H.F.D.) | Menos frágil a la anterior, se puede utilizar tanto enterrada como superficialmente. | 120 |
| Hierro Galvanizado (H.G.) | Resistente a los impactos pero susceptible a la acción de los suelos. Ideal para colocar superficialmente más no enterrada. | 100-110 |
| Asbesto Cemento a Presión (A.C.P.) | Descontinuada del mercado, por causar enfermedades (Asbestosis). | 130 |

Continuación de la tabla 3.4 (Características de las tuberías según su material)

| Material | Condiciones | Coefficiente de Fricción (C) |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| Policloruro de Vinilo (P.V.C.) | Económica, inerte a la corrosión, pero muy frágil por lo que se usa enterrada en zanjas. | 140 |

❖ **Selección de Diámetros:** para el cálculo se utiliza la ecuación simplificada por el Dr. Ernesto León:

$$J = \alpha \times L \times Q^2 \quad (3.4)$$

Dónde:

J = Pérdida de carga (m).

Q = Caudal de Diseño (lts/s).

L = Longitud de la tubería (m).

La pérdida de carga es la suma de las pérdidas por fricción más las pérdidas por accesorios, aunque por lo general las pérdidas por accesorios se desprecian. Al despejar el valor del coeficiente (α) de la ecuación 3.4 y con el valor del coeficiente de fricción (tabla 3.4) se ingresa a la tabla 3.5 Valores del coeficiente de la fórmula de Hazen-Williams simplificada por el Dr. Ernesto León, para obtener el diámetro.

Tabla 3. 5 Valores del coeficiente en la fórmula $J=\alpha \times L \times Q^2$ para distintos valores de C.

| VALORES DEL COEFICIENTE EN LA FORMULA $J = \alpha L Q^2$ PARA DIFERENTES VALORES DE -C- Q = GASTO EN LTS/SEG | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ø mm | C = 50 | C = 60 | C = 70 | C = 80 | C = 90 | C = 100 | C = 110 | C = 120 | C = 125 | C = 130 | C = 135 | C = 140 |
| 80 | 0, ⁽²⁾ 3798 | 0, ⁽²⁾ 2722 | 0, ⁽²⁾ 2046 | 0, ⁽²⁾ 1593 | 0, ⁽²⁾ 1280 | 0, ⁽²⁾ 1055 | 0, ⁽³⁾ 883 | 0, ⁽³⁾ 7522 | 0, ⁽³⁾ 6984 | 0, ⁽³⁾ 6499 | 0, ⁽³⁾ 6045 | 0, ⁽³⁾ 5665 |
| 100 | 0, ⁽²⁾ 1295 | 0, ⁽³⁾ 9280 | 0, ⁽³⁾ 6978 | 0, ⁽³⁾ 5431 | 0, ⁽³⁾ 4363 | 0, ⁽³⁾ 3597 | 0, ⁽³⁾ 3011 | 0, ⁽³⁾ 2565 | 0, ⁽³⁾ 2381 | 0, ⁽³⁾ 2210 | 0, ⁽³⁾ 2061 | 0, ⁽³⁾ 1932 |
| 125 | 0, ⁽³⁾ 3769 | 0, ⁽³⁾ 2701 | 0, ⁽³⁾ 2031 | 0, ⁽³⁾ 1581 | 0, ⁽³⁾ 1270 | 0, ⁽³⁾ 1047 | 0, ⁽⁴⁾ 8763 | 0, ⁽⁴⁾ 7465 | 0, ⁽⁴⁾ 6931 | 0, ⁽⁴⁾ 6450 | 0, ⁽⁴⁾ 6000 | 0, ⁽⁴⁾ 5622 |
| 150 | 0, ⁽³⁾ 1464 | 0, ⁽³⁾ 1050 | 0, ⁽⁴⁾ 7892 | 0, ⁽⁴⁾ 6143 | 0, ⁽⁴⁾ 4934 | 0, ⁽⁴⁾ 4068 | 0, ⁽⁴⁾ 3405 | 0, ⁽⁴⁾ 2900 | 0, ⁽⁴⁾ 2693 | 0, ⁽⁴⁾ 2506 | 0, ⁽⁴⁾ 2331 | 0, ⁽⁴⁾ 2185 |
| 175 | 0, ⁽⁴⁾ 6617 | 0, ⁽⁴⁾ 4742 | 0, ⁽⁴⁾ 3566 | 0, ⁽⁴⁾ 2775 | 0, ⁽⁴⁾ 2229 | 0, ⁽⁴⁾ 1838 | 0, ⁽⁴⁾ 1538 | 0, ⁽⁴⁾ 1310 | 0, ⁽⁴⁾ 1217 | 0, ⁽⁴⁾ 1132 | 0, ⁽⁴⁾ 1053 | 0, ⁽⁴⁾ 9870 |
| 200 | 0, ⁽⁴⁾ 3251 | 0, ⁽⁴⁾ 2330 | 0, ⁽⁴⁾ 1752 | 0, ⁽⁴⁾ 1364 | 0, ⁽⁴⁾ 1095 | 0, ⁽⁵⁾ 9030 | 0, ⁽⁵⁾ 7558 | 0, ⁽⁵⁾ 6438 | 0, ⁽⁵⁾ 5978 | 0, ⁽⁵⁾ 5562 | 0, ⁽⁵⁾ 5174 | 0, ⁽⁵⁾ 4849 |
| 250 | 0, ⁽⁴⁾ 1017 | 0, ⁽⁵⁾ 7289 | 0, ⁽⁵⁾ 5481 | 0, ⁽⁵⁾ 4226 | 0, ⁽⁵⁾ 3427 | 0, ⁽⁵⁾ 2825 | 0, ⁽⁵⁾ 2365 | 0, ⁽⁵⁾ 2014 | 0, ⁽⁵⁾ 1870 | 0, ⁽⁵⁾ 1740 | 0, ⁽⁵⁾ 1619 | 0, ⁽⁵⁾ 1517 |
| 300 | 0, ⁽⁵⁾ 3982 | 0, ⁽⁵⁾ 2853 | 0, ⁽⁵⁾ 2146 | 0, ⁽⁵⁾ 1670 | 0, ⁽⁵⁾ 1342 | 0, ⁽⁵⁾ 1106 | 0, ⁽⁶⁾ 9257 | 0, ⁽⁶⁾ 7886 | 0, ⁽⁶⁾ 7322 | 0, ⁽⁶⁾ 6813 | 0, ⁽⁶⁾ 6339 | 0, ⁽⁶⁾ 5939 |
| 350 | 0, ⁽⁵⁾ 1779 | 0, ⁽⁵⁾ 1275 | 0, ⁽⁶⁾ 9587 | 0, ⁽⁶⁾ 7462 | 0, ⁽⁶⁾ 5995 | 0, ⁽⁶⁾ 4942 | 0, ⁽⁶⁾ 4136 | 0, ⁽⁶⁾ 3524 | 0, ⁽⁶⁾ 3272 | 0, ⁽⁶⁾ 3044 | 0, ⁽⁶⁾ 2832 | 0, ⁽⁶⁾ 2654 |
| 400 | 0, ⁽⁶⁾ 8827 | 0, ⁽⁶⁾ 6326 | 0, ⁽⁶⁾ 4757 | 0, ⁽⁶⁾ 3703 | 0, ⁽⁶⁾ 2974 | 0, ⁽⁶⁾ 2452 | 0, ⁽⁶⁾ 2052 | 0, ⁽⁶⁾ 1748 | 0, ⁽⁶⁾ 1623 | 0, ⁽⁶⁾ 1510 | 0, ⁽⁶⁾ 1405 | 0, ⁽⁶⁾ 1317 |
| 450 | 0, ⁽⁶⁾ 4846 | 0, ⁽⁶⁾ 3473 | 0, ⁽⁶⁾ 2611 | 0, ⁽⁶⁾ 2032 | 0, ⁽⁶⁾ 1633 | 0, ⁽⁶⁾ 1346 | 0, ⁽⁶⁾ 1127 | 0, ⁽⁷⁾ 9597 | 0, ⁽⁷⁾ 8911 | 0, ⁽⁷⁾ 8291 | 0, ⁽⁷⁾ 7713 | 0, ⁽⁷⁾ 7228 |
| 500 | 0, ⁽⁶⁾ 2727 | 0, ⁽⁶⁾ 1955 | 0, ⁽⁶⁾ 1470 | 0, ⁽⁶⁾ 1144 | 0, ⁽⁷⁾ 9190 | 0, ⁽⁷⁾ 7576 | 0, ⁽⁷⁾ 6341 | 0, ⁽⁷⁾ 5402 | 0, ⁽⁷⁾ 5015 | 0, ⁽⁷⁾ 4667 | 0, ⁽⁷⁾ 4341 | 0, ⁽⁷⁾ 4068 |
| 550 | 0, ⁽⁶⁾ 1539 | 0, ⁽⁶⁾ 1103 | 0, ⁽⁷⁾ 8295 | 0, ⁽⁷⁾ 6457 | 0, ⁽⁷⁾ 5187 | 0, ⁽⁷⁾ 4276 | 0, ⁽⁷⁾ 3579 | 0, ⁽⁷⁾ 3049 | 0, ⁽⁷⁾ 2831 | 0, ⁽⁷⁾ 2634 | 0, ⁽⁷⁾ 2450 | 0, ⁽⁷⁾ 2296 |
| 600 | 0, ⁽⁶⁾ 1050 | 0, ⁽⁷⁾ 7523 | 0, ⁽⁷⁾ 5657 | 0, ⁽⁷⁾ 4403 | 0, ⁽⁷⁾ 3537 | 0, ⁽⁷⁾ 2916 | 0, ⁽⁷⁾ 2441 | 0, ⁽⁷⁾ 2079 | 0, ⁽⁷⁾ 1930 | 0, ⁽⁷⁾ 1796 | 0, ⁽⁷⁾ 1671 | 0, ⁽⁷⁾ 1566 |
| 650 | 0, ⁽⁷⁾ 6862 | 0, ⁽⁷⁾ 4917 | 0, ⁽⁷⁾ 3698 | 0, ⁽⁷⁾ 2878 | 0, ⁽⁷⁾ 2312 | 0, ⁽⁷⁾ 1906 | 0, ⁽⁷⁾ 1595 | 0, ⁽⁷⁾ 1359 | 0, ⁽⁷⁾ 1262 | 0, ⁽⁷⁾ 1174 | 0, ⁽⁷⁾ 1092 | 0, ⁽⁷⁾ 1024 |
| 700 | 0, ⁽⁷⁾ 4680 | 0, ⁽⁷⁾ 3354 | 0, ⁽⁷⁾ 2522 | 0, ⁽⁷⁾ 1963 | 0, ⁽⁷⁾ 1577 | 0, ⁽⁷⁾ 1300 | 0, ⁽⁷⁾ 1088 | 0, ⁽⁸⁾ 9269 | 0, ⁽⁸⁾ 8606 | 0, ⁽⁸⁾ 8008 | 0, ⁽⁸⁾ 7448 | 0, ⁽⁸⁾ 6981 |
| 750 | 0, ⁽⁷⁾ 3290 | 0, ⁽⁷⁾ 2358 | 0, ⁽⁷⁾ 1773 | 0, ⁽⁷⁾ 1380 | 0, ⁽⁷⁾ 1109 | 0, ⁽⁸⁾ 9140 | 0, ⁽⁸⁾ 7650 | 0, ⁽⁸⁾ 6517 | 0, ⁽⁸⁾ 6051 | 0, ⁽⁸⁾ 5630 | 0, ⁽⁸⁾ 5237 | 0, ⁽⁸⁾ 4908 |
| 800 | 0, ⁽⁷⁾ 2372 | 0, ⁽⁷⁾ 1700 | 0, ⁽⁷⁾ 1278 | 0, ⁽⁸⁾ 9948 | 0, ⁽⁸⁾ 7991 | 0, ⁽⁸⁾ 6588 | 0, ⁽⁸⁾ 5514 | 0, ⁽⁸⁾ 4697 | 0, ⁽⁸⁾ 4361 | 0, ⁽⁸⁾ 4058 | 0, ⁽⁸⁾ 3775 | 0, ⁽⁸⁾ 3538 |

❖ Colocación de Tuberías

Las tuberías de distribución deben proyectarse para todas las calles a las que dé frente una o más parcelas y procurando siempre formar mallas. Se proyectan para colocarse al lado de la calle que tenga mayor número de conexiones, dejando el centro de las calles para las cloacas.

Las Normas INOS establecen que en calles con ancho de 17m ó más (medido entre límites de propiedad), debe preverse doble tubería de distribución, con el objeto de evitar tomas de servicio largas, atraviesen la calzada.

Cuando se instalan tuberías para la conducción de agua potable, paralelamente a tramos de tuberías de recolección de aguas residuales, colector cloacal o ramal de empotramiento, se alejara una de otra la mayor distancia libre horizontal posible. La distancia libre mínima horizontal exterior entre las tuberías para la conducción de agua potable y los colectores cloacales será de dos 2 m y la cresta del colector cloacal

o ramal de empotramiento deberá quedar a una distancia vertical exterior, no menor de 0,20 m por debajo de la parte inferior de la tubería de agua potable.

En ocasiones en las que circunstancias debidamente justificadas no se pueda mantener la distancia vertical mínima de 0,20 metros entre ambas tuberías, se tomarán las precauciones necesarias para proteger la tubería de agua potable, tales como la utilización de juntas herméticas, y el recubrimiento del colector cloacal con envoltura de concreto resistencia de 28 días , de 140kg/cm² , de 10 cm. de espesor como mínimo alrededor de toda la tubería y en una longitud igual a la del paralelismo entre ambos conductos, más un exceso de 1,50 metros en ambos extremos; o la utilización e instalación de cualquier otro material que garantice la ausencia de filtraciones en el colector cloacal, a juicio de la autoridad sanitaria competente, tal como lo señala el artículo 33 de la Gaceta Oficial Extraordinario N° 4.103.

En general, las profundidades mínimas y anchos de zanjas recomendados, a que deben de instalarse las tuberías y llaves de paso, medidas desde la rasante definitiva del pavimento de la calle al eje de tubería serán las especificadas en la Tabla 3.6.

Tabla 3. 6 Profundidades y anchos para zanjas mínimos.

| Díámetro nominal tubería mm - (Pulgadas) | Profundidad de la zanja (cm). | Ancho de la zanja (cm). |
|---|--|------------------------------------|
| 75 (3") | 65 | 45 |
| 100 (4") | 70 | 45 |
| 150 (6") | 89 | 53 |
| 200 (8") | 90 | 60 |
| 250 (10") | 105 | 65 |
| 300 (12") | 120 | 75 |

Las tuberías de distribución se colocan en zanjas para protegerlas de agentes exteriores y para no obstaculizar el tránsito de las calzadas. Antes de ser colocado el tubo en la zanja debe limpiarse interiormente. Los cortes de tubos para colocar válvulas u otros accesorios se harán de manera adecuada y sin dañar el tubo, obteniéndose un extremo normal al eje del tubo. Una vez colocada, debe mantenerse con el alineamiento y pendiente especificados para el tramo. Para evitar roturas a los tubos, deben manipularse con la ayuda de gomas y planchas de deslizamiento.

Si la colocación de tubería no está en progreso, es necesario cerrar los extremos de la misma con tapones de madera u otro medio adecuado. En general, en tuberías de espiga-campana se acostumbra colocar los extremos de ella hacia la dirección de colocación. En líneas con pendientes apreciables, las campanas deben colocarse hacia arriba.

❖ **Válvulas y accesorios**

Las válvulas y accesorios tienen como función principal controlar las presiones y caudales en la red de tuberías, cambiar la dirección del líquido, conectar las tuberías en diferentes configuraciones etc. Para poder así llevar el líquido (agua) a los diferentes puntos de abastecimiento, a continuación se muestran algunos tipos de válvulas y conexiones que se utilizarán en el sistema de abastecimiento de agua. Se usarán válvulas de compuerta de doble disco. Las válvulas colocadas en las calles o subterráneas tendrán extremos de campana y serán de tipo varilla no ascendente. Los diámetros correspondientes de las mismas respecto al de la tubería se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 3. 7 Diámetro de válvula de acuerdo con los diámetros de la tubería.

| Diámetro Nominal de la Tubería | | Diámetro Nominal de la Válvula | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|
| mm | pulgadas | mm | Pulgadas |
| 100 | 4 | 100 | 4 |
| 150 | 6 | 150 | 6 |
| 200 | 8 | 200 | 8 |
| 250 | 10 | 250 | 10 |
| 300 | 12 | 300 | 12 |
| 350 | 14 | 350 | 12 |
| 400 | 16 | 400 | 12 |
| 450 | 18 | 450 | 16 |
| 500 | 20 | 500 | 16 |
| 600 | 24 | 600 | 20 |
| 750 | 30 | 750 | 24 |

Y deben colocarse en:

- Los ramales de distribución en los puntos donde estos se interceptan las tuberías principales.
- Las tuberías principales en todas las intersecciones con otras tuberías principales y además las válvulas deben estar de manera que en caso de una ruptura no sean afectadas más de 400 m de tubería principal.
- Ramales pequeños deben proveerse con dos válvulas en cada esquina de manera que solo estén dos cuadras fuera de servicio al mismo tiempo.

- Válvulas de un tamaño de 12 pulgadas o mayor, deben colocarse en tanquillas cubiertas adecuadamente y protegidas contra el tráfico y aguas superficiales. Existe una gran variedad de válvulas para facilitar la operación y el mantenimiento de los sistemas de tuberías de conducción de agua, entre las cuales se describen las siguientes:

1. **Válvulas de retención:** para permitir el flujo en la tubería sólo en un sentido.
2. **Válvulas reductoras de presión:** en zonas de distribuciones de topografía abrupta generalmente es necesario controlar un rango de presiones admisible.
3. **Válvula de paso:** para obstruir en un momento dado el paso del agua de un punto a otro de la tubería. Entre las más usadas para distribuciones se tienen las de doble disco.
4. **Válvulas de altitud:** estas válvulas son utilizadas para evitar el rebose de tanques cuando existen otros en el sistema a mayor elevación.
5. **Purgas o válvulas de limpieza:** en todos los puntos bajos de $\varnothing \geq 2''$ se deben colocar llaves de purgas. Si $\varnothing \geq 4''$ (zona rural) y $6''$ (zona Urbana) las llaves de purga podrían ser sustituidas por hidrantes. Una llave de purga puede ser toma de servicio hasta 400 mm.

Tabla 3. 8 Diámetro de la purga correspondiente al diámetro de la tubería.

| Diámetro Nominal Tubería | | Diámetro Nominal Purga | |
|--------------------------|----------|------------------------|----------|
| mm | Pulgadas | mm | Pulgadas |
| 300 | 12 | 150 | 6 |
| 350 | 14 | 150 | 6 |

Continuación de la tabla 3. 9 Diámetro de la purga correspondiente al diámetro de la tubería

| Diámetro Nominal Tubería | | Diámetro Nominal Purga | |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| mm | Pulgadas | mm | Pulgadas |
| 400 | 16 | 150 | 6 |
| 450 | 18 | 150 | 6 |
| 500 | 20 | 200 | 8 |
| 600 | 24 | 200 | 8 |
| 750 | 30 | 250 | 10 |

❖ **Ventosa o Válvula de Expulsión de Aire**

En los puntos altos de $\varnothing \geq 2''$ se deberán preverse ventosas. En tuberías de distribución (hasta $\varnothing 14''$ o 350mm inclusive) se admiten tomas de servicio en el punto alto para servir de ventosa.

Tabla 3. 10 Diámetros de la ventosa de acuerdo al diámetro de la tubería.

| Diámetro Nominal de la Tubería | | Diámetro Nominal Ventosa Manual | | Diámetro Nominal Ventosa Automática | |
|---------------------------------------|-----------------|--|----------------|--|-----------------|
| mm | Pulgadas | mm | Pulgada | mm | Pulgadas |
| 300 | 12 | 100 | 4 | 19-1 | $\frac{3}{4}$ |
| 350 | 14 | 100 | 4 | 19-1 | $\frac{3}{4}$ |
| 400 | 16 | 150 | 6 | 25 | 1 |
| 450 | 18 | 150 | 6 | 25 | 1 |
| 500 | 20 | 150 | 6 | 50 | 2 |
| 600 | 24 | 200 | 8 | 50 | 2 |
| 750 | 30 | 200 | 8 | 50 | 2 |

En tuberías de 12" o mayores y que no tengan tomas de servicio, así como en tuberías matrices deberán preverse ventosas automáticas o manuales en todo los puntos altos, así como próximo a las llaves maestras (del lado aguas abajo).

❖ **Hidrantes**

Se espaciarán 200 m ($\varnothing \geq 6"$) para zonas residenciales o comerciales que posean un área de construcción menor al 120% del área vista en la planta, en caso contrario, inclusive zonas comerciales e industriales se espaciaran 100 m con $\varnothing \geq 8"$.

El M.S.A.S. recomienda ubicarlos de forma que cubra toda el área con radio de 90 metros. En zonas residenciales para aceras con ancho ≥ 2 m. los hidrantes serán de tipo "de poste", en caso contrario, del tipo "a ras de tierra" con caja y tapa removible de hierro fundido. Se deben colocar un mínimo de dos hidrantes y espacio de 100 metros entre sí en lugares de reuniones o aglomeraciones públicas, tales como cine, teatro, iglesia, tribuna para espectadores etc.

❖ **Conexiones**

Las conexiones son accesorios que permiten unir las tuberías entre sí también unir tuberías con válvulas, etc. y desviar el flujo de agua para donde se requiera; entre tantas conexiones se pueden nombrar los codos, tees, contracciones, expansiones, anillos etc. Todos estos componentes se tienen que escoger según el resultado de los cálculos y la experiencia que se tenga en el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable ya que así se podría alcanzar la mayor eficiencia del sistema y reducir en lo posible las pérdidas que se generan en todos los componentes y tuberías que conforman dicho sistema.

Las conexiones domiciliarias hechas en la red de distribución para servir a las edificaciones serán individuales; al respecto las normas sanitarias vigentes establecen: Para cada parcela se instalará una toma particular. Dicha toma se hará con tubería de cobre aprobado por la Autoridad Sanitaria Competente, y de 19 mm (3/4”) de diámetro como mínimo. Estas tomas se instalarán en la tubería mediante las piezas de conexión correspondiente. El diámetro mínimo de 19mm será para viviendas unifamiliares, para otros tipos de edificaciones se instalaran tomas particulares de mayor diámetro, de acuerdo con el consumo de agua según se indica en la tabla 2.9. El uso de tomas particulares de otros materiales, requieren la previa aprobación de la autoridad sanitaria competente.

Tabla 3. 11 Diámetros mínimos para tomas particulares de acuerdo a las dotaciones asignadas a las parcelas.

| Dotación asignada a la parcela o lote en litros por día | Diámetro mínimo de la toma particular | |
|--|---------------------------------------|---------|
| | mm | pulgada |
| Hasta – 3.500 | 19.1 | ¾ |
| De 3.501 – 8.000 | 25.4 | 1 |
| De 8.001 – 17.000 | 31.8 | 1 ¼ |
| De 17.001 – 30.000 | 38.1 | 1 ½ |
| De 30.001 – 50.000 | 50.8 | 2 |
| De 50.001 – 80.000 | 63.5 | 2 ½ |
| De 80.001 – 100.000 | 76.2 | 3 |
| De 100.001 – 200.000 | 101.6 | 4 |

3.3 Bases legales

Existe un conjunto de leyes y resoluciones que regulan de manera especial al sector de Agua Potable y Saneamiento, entre los más importantes tenemos:

1.- LEY ORGÁNICA PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela n° 5.568 Extraordinaria de fecha 31/12/2001.

2.- RESOLUCIÓN SOBRE LAS NORMAS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES. Publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela en fecha 22/02/99. n° 36.646.

3.- DECRETO N° 750 NORMAS SOBRE VIGILANCIA, INSPECCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS AFECTADAS AL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS POBLACIONES, publicada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela, en fecha 02/08/95, n° 35.765.

4.- RESOLUCIÓN SOBRE EL RÉGIMEN TARIFARIO PARA LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES. Publicada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela, en fecha 14/04/93. n° 35.190.

5.- NORMAS SANITARIAS VIGENTES, SEGÚN GACETA OFICIAL DE VENEZUELA.

6.- GACETA NO.- 4.044 EXTRAORDINARIA.

7.- INSTRUCCIONES PARA INSTALACIONES SANITARIAS DE EDIFICIOS DEL M.O.P. 1.967.

8.- NORMAS VENEZOLANAS COVENIN.

9.- NORMAS NORTEAMERICANAS “AMERICAN STANDARD NATIONAL PLUMBING CODE”, (A.S.A.A 40.8.1 - 1.955).

10.- NORMA COVENIN 200-87 SECTOR CONSTRUCCIÓN, ESPECIFICACIONES Y MEDICIONES, PARTE III OBRAS HIDRÁULICAS.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo y Diseño de Estudio

4.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación con que se aborda en este proyecto es de manera descriptiva ya que “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno para establecer su estructura o comportamiento”. Fideas G. Arias (1999) (P. 29).

Éste tipo se selecciona porque “identifica las diferencias que existen o se dan entre dos o más grupos de una población objeto de estudio”. Briones (P. 6).

A su vez, se adapta, por “describir el contexto en el cual se presentan ciertos fenómenos. Se ubica el lugar donde se da el fenómeno y luego se señalan las diferentes características económicas, demográficas, sociales, entre otras”. Briones (P. 6).

De acuerdo a la definición anterior, el trabajo se realizó en un nivel descriptivo ya que se basa en la descripción, registro, análisis e interpretación del estado actual del sistema, para presentar una interpretación correcta a la hora de realizar el estudio de factibilidad.

En esta investigación se describen las características de consumo que tiene y que debe tener el sector Las Malvinas de la población de Soledad, municipio Independencia del estado Anzoátegui, así como también se identifican todos y cada uno de los elementos que conforman el Sistema de Abastecimiento de Aguas Claras de la población siempre enfocándose en la Red Principal del acueducto hasta

desembocar en el sector de estudio, así como también el estado en que se encuentran dichos elementos para luego plantear las alternativas que permitan optimizar el servicio y dar solución al problema de obtención del vital líquido como lo es el agua.

4.1.2 Diseño de Estudio

Según Arias (1999), define el diseño de la investigación como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado” (p.30). Al respecto, la Universidad Pedagógica Libertador (2.003) expresa: “Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales”. Según Arias (2004) expresa que la investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” (p. 25)

Arias (2004), la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna”. (p.94). Carlos Sabino (s/f) en su texto “El proceso de Investigación” señala que se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos.

El diseño utilizado en esta investigación es documental y de campo, ya que para llevar a cabo de manera satisfactoria la investigación se necesitó la definición de los requerimientos por medio de documentación provenientes de materiales impresos u otro tipo de documentos, de igual forma para basarse sobre hechos reales fue necesario llevar a cabo una estrategia que permitiera analizar la situación directamente en el lugar donde acontecen.

4.2 Población y Muestra

4.2.1 Población de la Investigación

Arias (1999), señala que la población “es el conjunto de elementos con características comunes que son objetos de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación”. (p.98).

La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación. (Morles, 1994. P.17)

En este caso la población es el sistema de abastecimiento de aguas blancas en los diferentes sectores de la población de Soledad, municipio Independencia del estado Anzoátegui.

4.2.2 Muestra de la Investigación

Para Balestrini (1997), La muestra “es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población” (p.138). Para Hurtado (1998), consiste: “en las poblaciones pequeñas o

finitas no se selecciona muestra alguna para no afectar la validez de los resultados”. (p.77).

La muestra es un “subconjunto representativo de un universo o población” (Morles, 1994, p.54)

La muestra es el sistema que conforma el Sector Las Malvinas de dicha población.

4.3 Modalidad de la investigación

La elaboración de propuestas de mejora del sistema de agua potable del sector Las Malvinas de la población de Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, está en el renglón de proyecto factible según el manual de la UPEL (2005) la cual está descrita como: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades” (p. 65).

Para el desarrollo de un estudio, en palabras de Balestrini (2006, p. 129) “toda vez que el problema ha quedado suficientemente claro y ha sido formulado en toda su complejidad para situar las características de la información que se necesitan abordar y obtener, se debe delimitar el tipo de estudio que trata”. En este sentido, la elaboración de propuestas de mejora del sistema de agua potable o aguas claras, de acuerdo a los objetivos planteados, se ubica dentro de un proyecto factible, según lo descrito en el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales (2006, p.21) “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una

propuesta de un modo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”.

Por ende el tipo de investigación es de proyecto factible, ya que trata de realizar propuestas para mejorar el sistema de aguas blancas que está perjudicando a gran parte del sector en cuestión.

4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Fidias G. Arias (1999) “Las técnicas de recolección de datos, son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas: La observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (encuesta o cuestionario), el análisis documental, análisis de contenido, etc.” (P.25)

Para el debido cumplimiento de los objetivos propuestos se emplearon como herramientas de investigación la recolección de datos primarios, entre estos está la observación directa y las entrevistas estructuradas y no estructuradas, además de la recolección de datos secundarios como las revisiones bibliográficas.

4.4.1 Recolección de datos primarios

La información de datos primarios según Sabino, C. (2006), se define como: “los recolectados directamente de la realidad por el investigador, usando sus propios instrumentos de recolección” (p. 100)

Para el desarrollo de la investigación se tomaron como datos primarios la observación directa, las entrevistas no estructuradas y entrevistas estructuradas.

4.4.1.1 Observación directa

Esta técnica permite visualizar la situación actual del sistema de abastecimiento de aguas claras en cuanto a la dimensión, capacidad y estado actual del mismo.

4.4.1.2 Entrevistas no estructuradas

Estas entrevistas permitieron obtener información de conocimientos generales sobre la investigación, las cuales no cuentan con un formato específico y se realizaron a profesionales de la ingeniería y demás profesionales encargados en el trabajo del sistema de aguas claras de la zona que trabajan en la CVG-Soledad y Alcaldía del Municipio Independencia. De esta manera se recopiló la información necesaria para el desarrollo de esta investigación, así como también otros proyectos hidrológicos propuestos para solventar la falta de agua en otras zonas a nivel local y municipal, además de dar las definiciones de términos empleados por la empresa.

4.4.1.3 Entrevistas estructuradas

Esta técnica permitió conocer la opinión de los habitantes acerca de las condiciones del servicio, para este caso fueron encuestadas cien (100) personas pertenecientes a distintas zonas de la urbanización. Se elaboraron distintas preguntas cuyos resultados fueron de utilidad para el desarrollo de esta investigación.

4.4.2 Recolección de datos secundarios

Sabino, C. (2006) define los datos secundarios como “aquellos que han sido recolectados e, incluso, procesados por otros investigadores” (p. 100). Para el

desarrollo de la investigación se tomaron como datos secundarios las revisiones bibliográficas y de internet.

4.4.2.1 Revisión Bibliográfica

Se recurrió a la recopilación de datos, a través de la consulta de textos, tesis, manuales, entre otros. También a través del servicio electrónico de Internet se realizaron consultas para obtener información actual con respecto al tema investigado.

4.4.2.2 Consultas Académicas

Se realizaron consultas a los tutores académicos, con el propósito de obtener asesoramiento, para realizar una investigación dentro de los parámetros y cumplir con los propósitos establecidos en el proyecto.

4.4 Procedimiento para la realización de la investigación

La investigación se realizará mediante el desarrollo de los siguientes objetivos específicos:

1. Diagnosticar la situación actual del servicio de agua potable del sector en estudio: En esta etapa se realizarán diferentes actividades para obtener un diagnóstico de lo que es el sistema como tal. Las actividades a realizar son entrevistas al personal encargado del mantenimiento y funcionamiento del sistema como también consultar a las distintas áreas de la comunidad en estudio por medio de una encuesta sobre la calidad de servicio, así como también tipo de comunidad, factores económico-sociales, factores meteorológicos, forma de abastecimiento y tamaño de la comunidad.

2. Identificar las características actuales de los elementos que conforman el sistema: Para llevar a cabo este objetivo se deberán realizar algunas actividades tales como ir a los sitios para así determinar cuáles son los elementos con los que cuenta el sistema de abastecimiento en la actualidad, lo cual, nos permitirá la información precisa y relevante para el proyecto y de esta manera sabremos con exactitud cuáles son los elementos necesarios y de mayor relevancia para que el sistema funcione a plenitud, cuya información servirá de base para el desarrollo de las alternativas de solución del sistema de abastecimiento de agua y determinar si cubre el requerimiento de suministro de agua potable para la comunidad.
3. Describir la condición actual de los elementos que conforman el sistema: En esta etapa se procederá a evaluar el sistema en su totalidad para así conocer las posibles fallas que se puedan presentar a la hora del suministro de agua en la comunidad. Por consiguiente se enumeraran estas fallas dando datos específicos para así poder determinar los elementos que se encuentran en estado desfavorable para la conducción del vital líquido.
4. Calcular el caudal de diseño para el sector en estudio: En esta etapa se analizará el consumo de agua en el sector, se realizara el cálculo correspondiente al consumo medio, consumo máximo diario y consumo máximo horario con la finalidad de obtener teóricamente la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de la comunidad.
5. Establecer las condiciones de diseño teóricas requeridas necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema: en esta etapa se procederá al cálculo teórico de todos los elementos que conforman el sistema el cual tomando en cuenta todos los datos suministrados con anterioridad en el proyecto de

investigación para así poder implementar las medidas necesarias a la hora de proponer una o varias alternativas que satisfagan la necesidad de la comunidad en estudio.

6. Plantear alternativas para mejorar el sistema de abastecimiento agua potable del sector Las Malvinas de la población de Soledad: Para esta etapa, ya teniendo toda la información anteriormente nombrada se procederá a establecer si el sistema de abastecimiento requiere reparaciones, sustituciones o ampliaciones de los mismos en conformidad con las exigencias planteadas, para lo cual, se deberán tomar varios factores en cuenta tales como la calidad de agua, las condiciones de la planta de tratamiento, línea de conducción, tanque de almacenamiento y la red de distribución (revisión del funcionamiento global del sistema), revisar capacidades actuales de estos elementos y las requeridas de acuerdo a la población proyectada. Tomando en cuenta estos parámetros se plantearán posibles alternativas o propuestas para mejorar el suministro de agua potable a la comunidad en estudio.

4.5 Flujograma de la Investigación

La investigación se realizó desarrollando las etapas descritas en el organigrama presentado en la figura 4.1 propuesta de la siguiente manera.

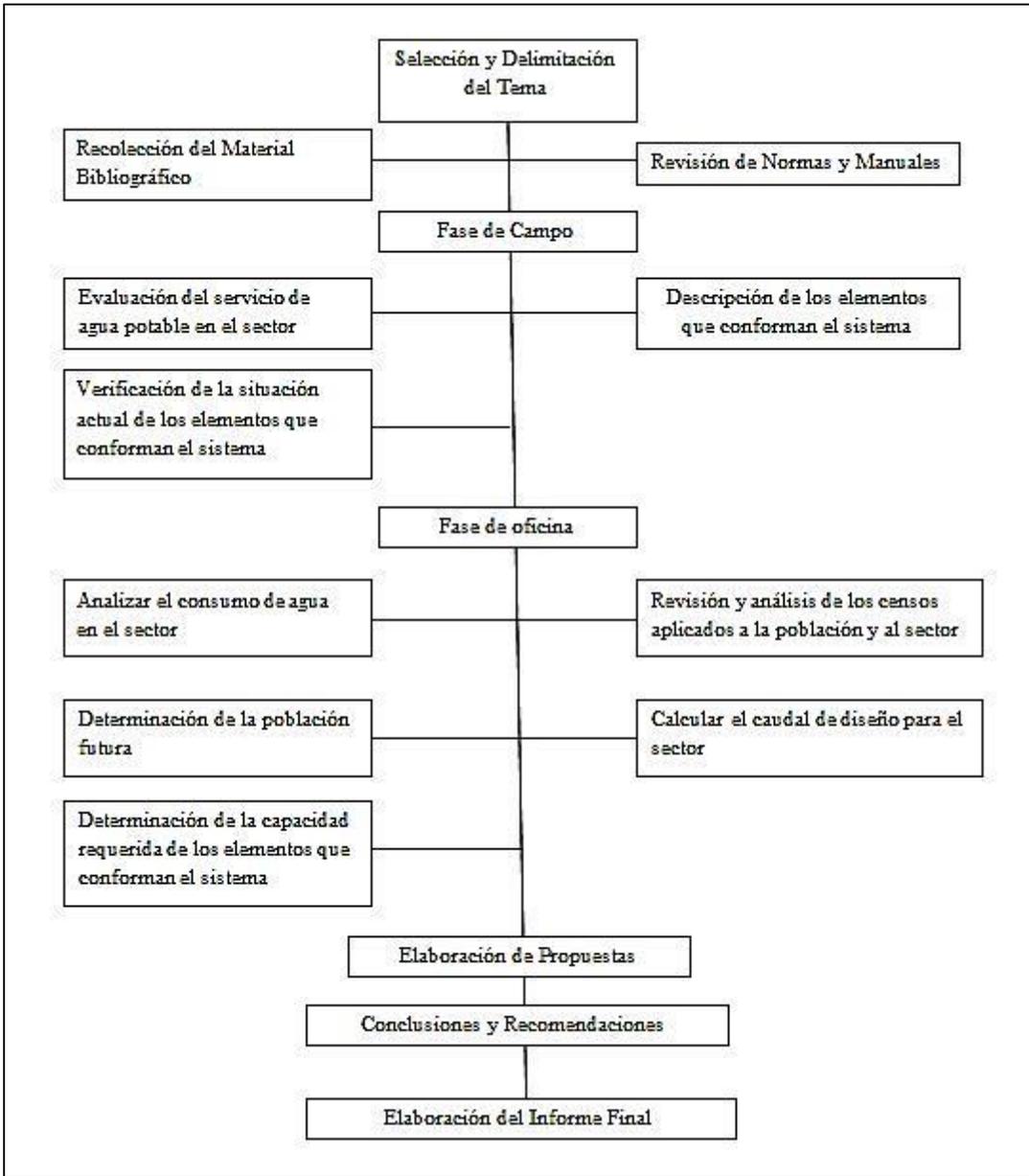


Figura 4. 1 Organigrama de Trabajo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Esta etapa de desarrollo del proyecto de investigación comprende tanto los lineamientos generales para el análisis e interpretación de datos como su codificación, tabulación y técnicas de presentación. Además de dar un análisis sistemático de los mismos y propuestas de solución al problema planteado.

5.1 Diagnóstico de la situación actual del servicio de agua potable del sector en estudio

En una interacción con el personal encargado del funcionamiento y mantenimiento del sistema de abastecimiento de aguas claras de la población (CVG-Soledad) dieron a conocer que trabajan en conjunto con la Alcaldía del Municipio Independencia, específicamente con el Departamento de Obras Públicas. Permitiendo establecer entrevistas no estructuradas en ambas instituciones, donde se pudo conocer cómo hacen posible transportar el vital líquido a los distintos sectores de la población.

Debido a la carencia y el estado de los elementos que conforman el sistema hacen cortes pautados en días específicos para cada sector o sectores; por ejemplo, para el sector Las Malvinas (el área en estudio) los días que generalmente se presta el servicio son los martes y jueves por un periodo de 7 a 8 horas continuas. Esta labor se hace a través de un conjunto de válvulas de alimentación directa las cuales maneja el personal de CVG-Soledad, abriendo las válvulas de uno o varios sectores específicos mientras las otras permanecen cerradas.

Este personal también se encarga de vigilar el funcionamiento del sistema, desde la fuente hasta las redes de distribución. Cabe destacar que para hacer este trabajo no cuentan con los medios suficientes o necesarios para cumplir con la tarea, así como también no cuentan con los instrumentos necesarios.

Para lograr la medición de las condiciones del servicio de agua potable en el sector fue necesario aplicar encuestas estructuradas. En este caso se encuestaron 100 personas de distintos sitios del sector en estudio a las cuales se les realizó diversas preguntas concernientes con la calidad del servicio prestado por el sistema actual.

A continuación se reflejan los resultados obtenidos de manera gráfica y porcentual así como las preguntas realizadas a los habitantes del sector:

1. ¿De qué forma obtiene usted el agua potable?

- Cisterna: 19 personas
- Lluvia: 0 (ninguno)
- Tubería: 73 personas
- Otros: 8 personas

En la figura siguiente se muestra la distribución porcentual de la forma en que los habitantes de la población obtienen el agua potable la cual arrojó un 19% obtienen el servicio mediante cisternas, 73% por la tubería, otros medios un 8% y a través de las lluvias ninguna persona.

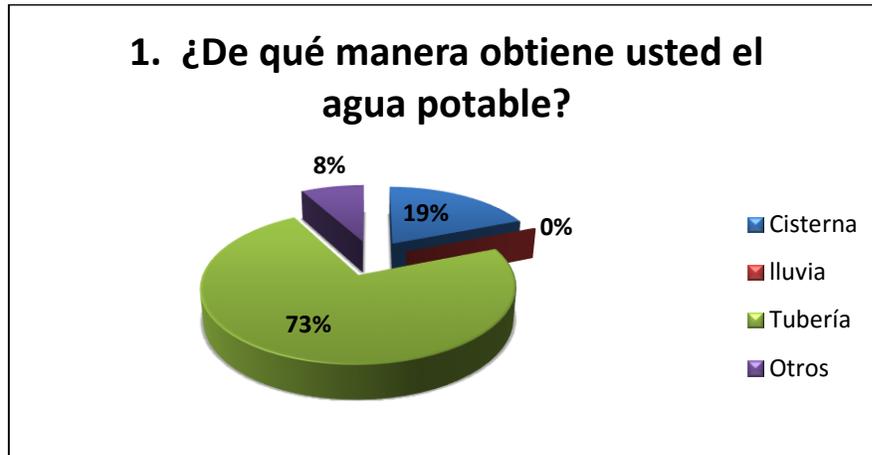


Figura 5.1 Clasificación porcentual de la manera de obtener el servicio de aguas claras.

2. ¿Cómo es el servicio de agua potable en general para usted?

- Excelente: 0 (ninguno)
- Bueno: 5 personas
- Regular: 28 personas
- Malo: 67 personas

Aquí se muestra la distribución porcentual de la calidad de servicio de agua potable prestada al sector la cual arrojó los siguientes resultados: ninguno de los encuestados dijo que el servicio era excelente, un 5% dijo que era bueno, un 28% regular y por ultimo un 67% expresó que era malo.

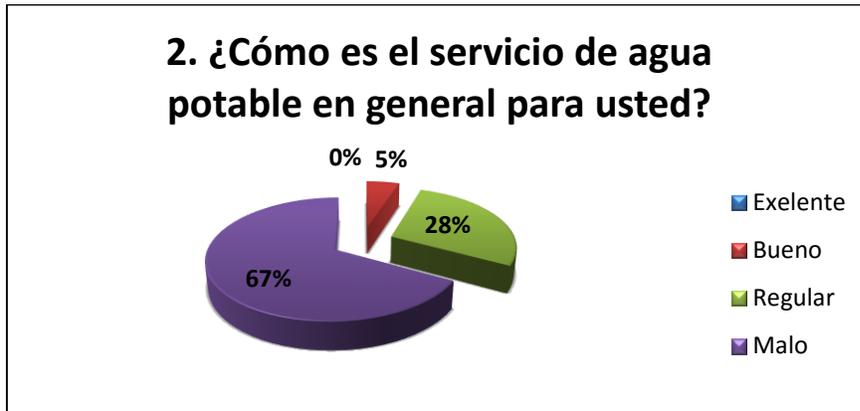


Figura 5.2 Clasificación porcentual de la calidad del servicio de agua potable en el sector en estudio.

3. ¿Cuenta usted con medidor de agua?

- Si: 0 (ninguno)
- No: 100 personas

En este caso todos los encuestados expresaron que no contaban con un medidor de agua.



Figura 5.3 Clasificación porcentual de existencia de medidores en viviendas.

4. ¿Cómo es la presión del agua?

- Baja: 68
- Normal: 32
- Alta: 0

Aquí se muestra la clasificación porcentual de la manera como es la presión del agua en cada domicilio donde se realizó la encuesta la cual se obtuvieron los siguientes resultados: un 68% dijo que era bajo, un 32% normal mientras que ninguna persona expresó que era alto.

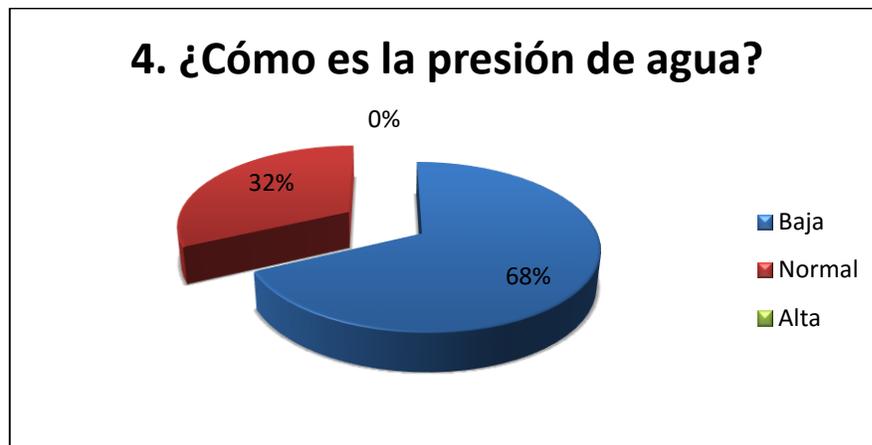


Figura 5.4 Clasificación porcentual de la presión del agua potable en el sector en estudio.

5. ¿Con qué frecuencia recibe usted el servicio de agua potable?

- Continuo: 0 (ninguno)
- Interrumpido 100 personas

Aquí se puede evidenciar que el servicio de agua potable es interrumpido para todos los encuestados.



Figura 5.6 Clasificación porcentual de frecuencia del servicio.

6. ¿Cuenta usted con con estanque de almacenamiento?

- Si: 93 personas
- No: 7 personas

Aquí se muestra la clasificación porcentual de la posición de estanques por parte de los habitantes del sector dando así como resultado que un 93% si posee estanques de almacenamiento mientras que un 7% expresó no tener.



Figura 5.7 Clasificación porcentual de existencia de estanques domiciliarios.

7. ¿Cuenta usted con bomba de agua?

- Si: 85 personas
- No: 15 personas

Aquí se muestra la clasificación porcentual de los habitantes que poseen o no bombas de agua para optimizar un poco la calidad del servicio dejando como resultado que un 85% si poseen este elementos mientras que un 15% expresó no tener.

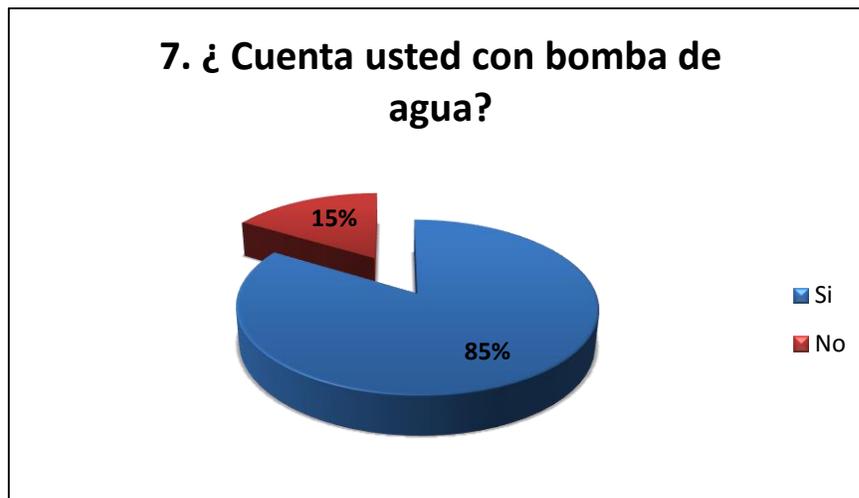


Figura 5.8 Clasificación porcentual de existencia de bombas de agua en los domicilios.

Describir cada uno de los elementos del sistema nos permitirá conocer como está conformado éste, además nos permitirá conocer las características que comprende cada uno de ellos lo cual servirá como base para realizar la evaluación general de todo el sistema.

5.4.3 Características de consumo de agua en la población

En este caso se estudiara la población en general, es decir, la población de soledad, luego se enfocará directamente sobre el sector en estudio para así tener la información respectiva para el desarrollo del tema en acción.

5.4.3.1 Tipo de comunidad

Esta comunidad o población es un area generalmente urbana, ya que por su cantidad de habitantes, los sectores residenciales, comerciales, industriales y recreacionales asi lo expresan. La composicion porcentual es variable para cada caso dandose a evidenciar que la mas predominante es el area residencial. Esto nos permite fijar un consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones.

5.4.3.2 Factores socio-económicos

Se puede decir que las características socio-económicas de una población pueden evidenciarse por el tipo de viviendas que en esta predominen. En este caso, haciendo un recorrido por la población se pudieron observar diversidad de viviendas que van desde viviendas de modesta índole hasta pequeños ranchos, con pocas cantidades de quintas al igual que los ranchos, lo cual se puede considerar que la mayoría de la población pertenece a la clase media.

En lo que respecta a las actividades económicas son muy diversas las cuales la más predominantes son la pescadería, agricultura y petrolera y con poco énfasis al sector industrial.

5.4.3.3 Factores metereológicos

Generalmente los consumos de agua en una región varían a lo largo del año de acuerdo al clima que éste presente (temperatura ambiental y distribución de las lluvias). Se puede establecer por comparación de varias regiones con diferentes condiciones ambientales, de tal forma que la temperatura ambiente de la zona define, en cierto modo, los consumos correspondientes a áreas verdes, garajes y otros que influirán en el consumo per cápita.

De acuerdo a la ubicación de la población se puede definir que posee un clima de bosque seco tropical, magnificado en épocas de verano por suaves brisas provenientes del macizo guayanés así como de las frescas y secas de las llanuras anzoatiguenses. La temperatura promedio está en 24° en invierno y 38° en verano.

A través de información recolectada con los trabajadores de CVG-Soledad y de algunos habitantes de la población se pudo constatar que los meses de mayor consumo de agua potable son los meses de enero, febrero y marzo por ser el periodo de verano.

5.4.3.4 Formas de abastecimiento

De acuerdo a la encuesta realizada en el sector en estudio se pudo observar que en su mayoría la forma de obtener el agua potable es a través de la tubería, como también existen partes en los cuales se abastecen con cisternas proporcionadas por la alcaldía del municipio así como privados. Esto se puede observar en distintos sitios de la población con alto énfasis a las zonas de la parte alta de la población. En la parte baja el abastecimiento es generalmente continuo por las tuberías.

5.4.3.5 Tamaño de la comunidad

Se sabe que por medio del tamaño de la población se elige la dotación para el cálculo del caudal por lo que es de gran relevancia saber el total de habitantes del sector ya que servirá como base para el cálculo del suministro de agua total requerido para el diseño de las propuestas de mejoramiento del sistema.

Para la población de Soledad se usaran los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) las cuales permitirán hacer las estimaciones precisas.

❖ Censos aplicados a la población

Los censos aplicados a la población y al sector en estudio servirán como base para establecer la demanda de agua potable que se requiere para así realizar el diseño de los elementos del sistema.

Para efectos del proyecto se usaran los censos aplicados por el INE para la población y los censos realizados por los consejos comunales Las Malvinas I y Las Malvinas II pertenecientes a este populoso sector.

En la siguiente tabla se muestran los datos referentes a la cantidad de habitantes en los censos aplicados en los años 2.001 y 2.011 en la población de Soledad.

Tabla 5. 1 Censo de la población de Soledad – Edo. Anzoátegui de los años 2.001 y 2.011.

| Censo de la población de Soledad | |
|---|-------------------------------------|
| Año | Población (n° de habitantes) |
| 2.001 | 26.141 |
| 2.011 | 30.016 |

El último censo aplicado al sector Las Malvinas por parte de los consejos comunales, el cual se realizó en octubre del 2.015 arrojó una estadística de 2.526 habitantes.

Como el sector forma parte geográfica de esta ciudad se puede determinar la población futura partiendo de los datos manejados del ámbito territorial en general.

Tabla 5. 2 Censo del sector Las Malvinas – Soledad de los años 2.005 y 2.015.

| Censos al sector Las Malvinas | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Año | Población (n° de habitantes) |
| 2.005 | 2.141 |
| 2.015 | 2.526 |

❖ **Proyección de la población futura**

Existen varios métodos para calcular las proyecciones de población futura por la cual, para efectos del proyecto, se usará la estimación de población futura a través del método lineal el cuál se asemeja al crecimiento lento que viene llevando la población y por ende el sector en estudio. La proyección poblacional estará pautada para los próximos 25 años.

❖ **Cálculo de la proyección poblacional de Soledad y del sector Las Malvinas**

➤ **Población de Soledad**

$$Ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \quad ; \quad Ka = \frac{30.016 - 26.141}{2.011 - 2.001} \quad ; \quad Ka = 387,5$$

$$Pf = Puc + Ka(Tf - Tuc) \quad ; \quad Pf = 30.016 + 387,5(2.051 - 2.011)$$

$$Pf = 45.516 \text{ Hab}$$

Dónde:

Ka = Coeficiente poblacional

Puc = Población del último censo

Pci = Población del censo inicial

Pf = Población futura

Tuc = Año del último censo

Tci = Año del censo inicial

Tf = Año de la proyección

➤ Sector Las Malvinas

$$Ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \quad ; \quad Ka = \frac{2.526 - 2.141}{2.015 - 2.005} \quad ; \quad Ka = 38,5$$

$$Pf = Puc + Ka(Tf - Tuc) \quad ; \quad Pf = 2.526 + 38,5(2.051 - 2.015)$$

$$Pf = 3.912 \text{ Hab}$$

Tabla 5. 3 Resultados obtenidos de la proyección proyectada.

| Población proyectada para la población de Soledad | | Población proyectada para la El sector Las Malvinas | |
|---|------------------|---|------------------|
| Año | N° de Habitantes | Año | N° de Habitantes |
| 2.051 | 45.516 | 2.051 | 3.912 |

De acuerdo a los datos proyectados y observando la tendencia de crecimiento de la población de Soledad se optará por tomar la proyección por el método lineal debido a las expectativas de desarrollo lento que viene presentando la población.

El sector Las Malvinas se encuentra delimitado en área, sin embargo se supone un crecimiento poblacional dentro de su perímetro porque existen zonas deshabitadas (ociosas) que en un futuro pueden ser pobladas. También cabe destacar que el sector cuenta con parcelas de gran extensión de terreno, pudiéndose ubicar una o varias viviendas dentro de dichas parcelas, así como también ampliar las ya existentes.

Según la proyección que se ha calculado para el año 2.051 por el método lineal se obtuvo un total de 45.516 habitantes para la población de Soledad, obteniendo además 3.912 habitantes para el sector Las Malvinas lo que corresponde una dotación de 250 o 500 lts/hab/día (con medidor y sin medidor respectivamente) para la población y de 400 lts/hab/día para el sector.

Se pudo constatar mediante las encuestas realizadas al sector que esta no cuenta con medidores de agua por lo que para efectos de cálculo de consumo del proyecto se usará una dotación de 400 lts/hab/día para el sector.

5.2 Identificación de las características actuales de los elementos que conforman el sistema

Haciendo un recorrido por la población se pudo determinar que el sistema cuenta con los siguientes elementos:

- a) Fuente de abastecimiento
- b) Obra de captación
- c) Línea de aducción

- d) Planta de tratamiento
- e) Estanque elevado
- f) Línea de bombeo
- g) Redes de distribución

a) Fuente de abastecimiento: la población cuenta como fuente directa el Río Orinoco de acuerdo a su cercanía que tiene con esta caudalosa línea fluvial. Su caudal promedio anual oscila entre los 33.000 y 35.000 m³/seg. Se puede decir que es una fuente de abastecimiento natural no regulada. Se pudo observar además que el agua posee alto grado de turbidez debido a las propiedades arcillosas y sedimentarias que posee. Ubicada a 8 m.s.n.m.



Figura 5.9 Río Orinoco (Fuente de abastecimiento)

b) Obra de captación: el sistema dispone de una balsa toma la cual cuenta con 2 bombas sumergibles (una de 300 hp y otra de 250 hp respectivamente) las cuales son alimentadas por 3 transformadores que poseen una variación de voltaje de 167 Kva y con una acometida de 500 mgv. Emplean tuberías flexibles de 12 pulgadas que empalman a las tuberías de hierro fundido (línea de impulsión) la cual por la variabilidad de crecimiento del Río tiene varios empalmes.



Figura 5. 10 Balsa toma.



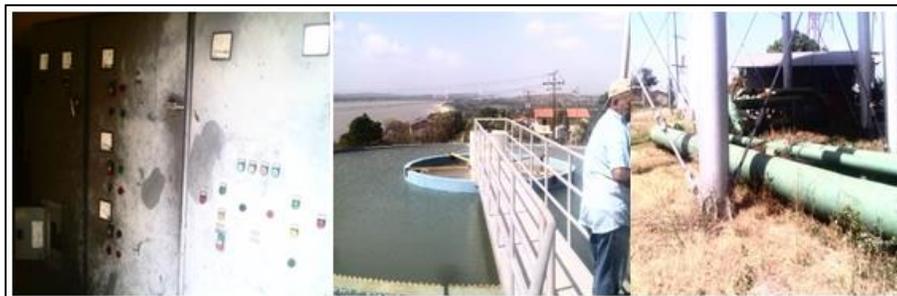
Figura 5.11 Sistema eléctrico que alimenta a la Balsa Toma.

- c) Línea de impulsión desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento: está conformada por dos tuberías de hierro fundido de 12 pulgadas de 900 y 1200 metros respectivamente que van desde la balsa toma hasta la planta de tratamiento. Se pudo observar que esta tubería posee varias fugas importantes a lo largo de su tramo antes de llegar a la planta de tratamiento.



Figura 5.12 Tubería de impulsión Balsa Toma – Planta de Tratamiento

- d) Planta de tratamiento: en el sistema se cuenta con una planta de tratamiento tipo compacta la cual está compuesta por los siguientes elementos: dosificador de sulfato, dosificador de cal (no está en funcionamiento), 2 sedimentadores, laboratorio de ensayos y pruebas (funciona irregularmente), dosificador de cloro y dos filtros de los cuales solo uno está en funcionamiento. En esta planta el agua pasa por tres etapas de potabilización: el primero incluye los procesos de coagulación y mezclado (mezcla rápida) y la floculación (mezcla lenta), la segunda incluye la sedimentación para su inserción en el filtro y por último la estabilización y desinfección (aplicación del cloro).



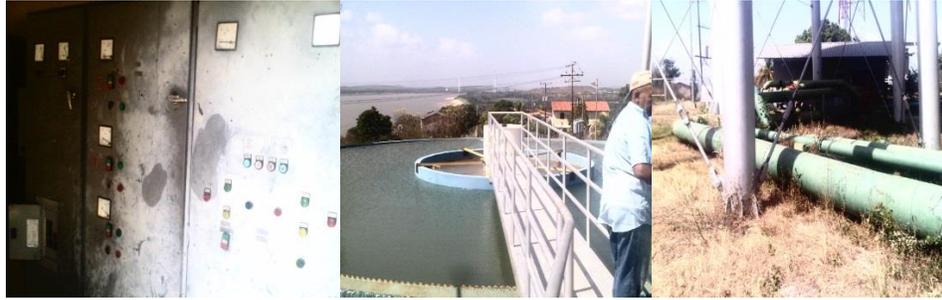


Figura 5.13 Generador eléctrico y sedimentador y tuberías la planta de tratamiento.

- e) Estanque: este estanque es de hierro fundido, de forma cilíndrica, confinado y cuenta con una capacidad cercana a los 3.260 m^3 y está a una elevación de $77,36 \text{ m.s.n.m.}$ El procedimiento de llenado es por debajo directamente de la balsa toma.



Figura 5.14 Estanque de Almacenamiento en la Planta de Tratamiento

- f) Línea de impulsión desde el estanque de almacenamiento hasta la red de distribución: está constituida por una tubería de hierro fundido la cual se encuentra enterrada en un 90% teniendo un diámetro principal de 12 pulgadas correspondiente a las zonas más bajas y de 8 pulgadas en las zonas más altas y

está alimentada por con 4 bombas de impulsión mecánica marca Emerson de 125 Hp y 240 voltios cada una, las cuales trabajan de forma alterna de acuerdo a que situación lo amerite.



Figura 5.27 Bombas de Impulsión.



Figura 5.15 Tuberías de impulsión de la planta de tratamiento a las redes de distribución

Para el caso del sector Las Malvinas la línea de impulsión está conformada por una tubería de 8" (ocho pulgadas) desde el estanque principal hasta el sistema de válvulas de alimentación directa ubicado en el estanque del sector El Lindero las cuales alimentan a los sectores circundantes, entre ellos el sector Las Malvinas. Cabe destacar que el estanque del sector El Lindero no está en funcionamiento. El sistema de válvulas alimenta a la red de

distribución del sector en estudio por una tubería matriz de 6" (seis pulgadas) la cual tiene una distancia de 640 m aproximadamente hasta llegar a otro empalme de 4" (cuatro pulgadas) ya en el sector.



Estanque del sector El Lindero



Sistema de válvulas en el estanque del sector El Lindero

- g) Red de distribución: la red de distribución que se encuentra en el sector a estudiar es de tipo ramificada constituida por diferentes diámetros que van desde 6", 4", 2" y 3/4" (pulgadas) y de distintos materiales como hierro galvanizado, PVC, PEAD y hierro fundido.

La red de distribución está alimentada de una tubería de hierro fundido de 8 pulgadas que viene directamente desde la planta de tratamiento la cual tiene una longitud de 3.000 metros aproximadamente. Para la impulsión del agua se activan una de las tres bombas ubicadas en la planta proporcionando un caudal cercano a los 110 lts/seg según lo informado por el personal de la planta.

Esta red contaba en su haber con un tanque de almacenamiento que está ubicado en el sector El Lindero que se encuentra a unos 640 metros del sector Las Malvinas pero debido a averías salió de funcionamiento así que está directamente alimentada por una tubería que está conectada a un subconjunto de válvulas que abren, por lo general los días martes y viernes en horas de la tarde en un período de 7 a 8 horas, y se cierran las de los otros sectores aledaños para que se proporcione el caudal necesario al sector en estudio lo cual no es suficientemente satisfactorio.

En el tanque de almacenamiento se tiene una tubería matriz de 6 pulgadas que esta empalmada a través de una válvula con la línea de impulsión que se deriva desde la planta de tratamiento hasta su cimiento y hasta la red de distribución que cuenta con tuberías de diversos diámetros y materiales que van desde 4", 2" y 3/8" (pulgadas) y de hierro fundido, hierro colado, PVC y PEAD.

Es una red de distribución de forma ramificada las cuales se distribuyen por las calles del sector a una profundidad de 75 cm y a 1,2 metros de profundidad a partir de la carpeta asfáltica. En algunas partes estas tuberías pasan muy superficialmente. Se encuentran a una distancia de 50 cm aproximadamente del borde de la acera (en donde hay aceras).

Debido al crecimiento poblacional no planificado se ha expandido un poco más esta red llegando a las partes más alejadas del sector a partir de tuberías que los habitantes del sector han colocado por su propia cuenta.

5.3 Descripción la situación actual de los elementos que conforman el sistema

Para identificar las posibles fallas del sistema fue necesario visitar los distintos elementos “in situ” por todos los puntos de mayor relevancia del sistema los cuales se pudieron observar distintos eventos desfavorables a la hora del buen funcionamiento del sistema en general.

Con respecto a la fuente de abastecimiento la cual es directamente el Rio Orinoco que está ubicado al borde sur de la población de Soledad. Este rio cuenta con un caudal promedio de 33.000 lts/seg el cual se puede considerar un seguro abastecimiento para toda la población durante un periodo de tiempo ilimitado. Debido a su composición química y física del lecho del rio y sabiendo sus características se pudo observar que el agua posee una alta turbidez.

Por otro lado, la obra de captación está integrada por una balsa toma que cuenta con 2 bombas sumergibles de 300 y 250 hp respectivamente. Su funcionamiento es regular las cuales trabajan las 24 horas del día, solo dejan de funcionar para hacerles mantenimiento o que haya alguna falla de carácter importante. Se pudo observar además que el estado de esta obra no es adecuado, posee mucho desgaste en sus instalaciones así como registros de oxidación en las partes metálicas.



Figura 5.18 Estado de las bombas.



Figura 5.19 Sistema eléctrico que alimenta a la Balsa Toma.

Las tuberías de impulsión que van hacia la planta de tratamiento poseen muchas fugas así como también se observó el estado deplorable del sistema eléctrico que alimenta a las bombas que se encuentran en la balsa toma.



Figura 5.17 Fugas en la tubería de impulsión.

La planta de tratamiento recibe el agua a través de 2 tuberías de 12 pulgadas que van desde la balsa toma teniendo un caudal de aproximadamente 125 lts/seg. Tienen una longitud de 900 y 1.300 metros cada una. Esta planta labora las 24 horas del día y es alimentada por un generador de energía eléctrica de 183 Kva. Las tuberías que alimentan dicha planta poseen varias averías como fugas y desgaste por falta de mantenimiento o por culminación de su vida útil.



Figura 5.20 Tubería de impulsión de la planta de tratamiento.

Los dosificadores de cal no funcionan y solo cuenta con el dosificador de sulfato lo cual proporciona una calidad de agua muy deficiente para el consumo humano.



Figura 5.21 Dosificador de sulfato y dosificador de cal.

El dosificador de cloro o clorificador de agua funciona con normalidad. Es manejado manualmente por los operadores de la planta los cuales regulan la cantidad de cloro que se le inducirá al agua para hacerla potable.



Figura 5.22 Dosificadores de cloro o Clorificadores.



Figura 5.23 Colocación del cloro, cal y sulfato.

Otros inconvenientes observados en la planta de tratamiento fueron los estados de los 2 sedimentadores, su funcionamiento no es el adecuado, poseen algunas grietas

y fugas al igual que los 2 filtros, de los cuales cabe mencionar que solo uno está en funcionamiento y por falta de mantenimiento su función está limitada.

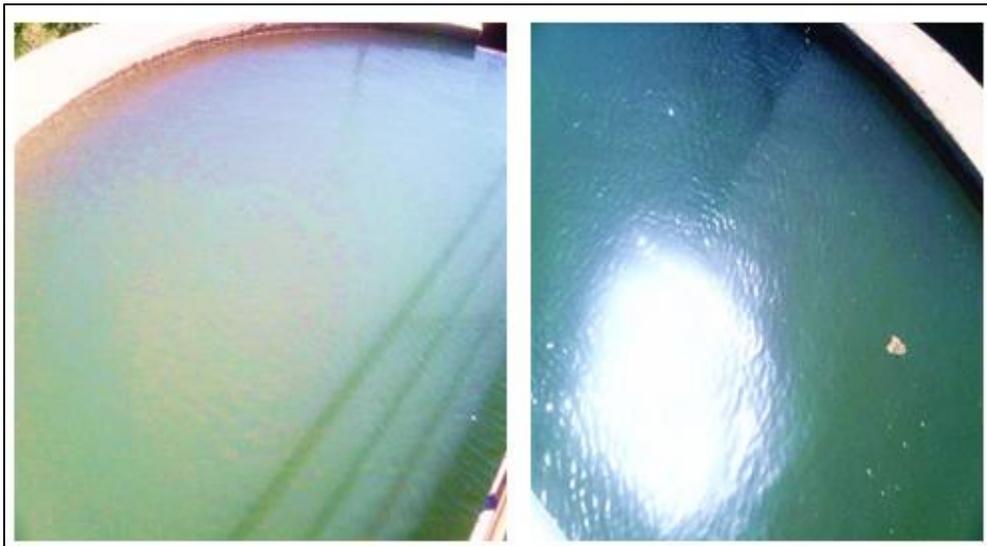


Figura 5.24 Estado del agua en el filtro.



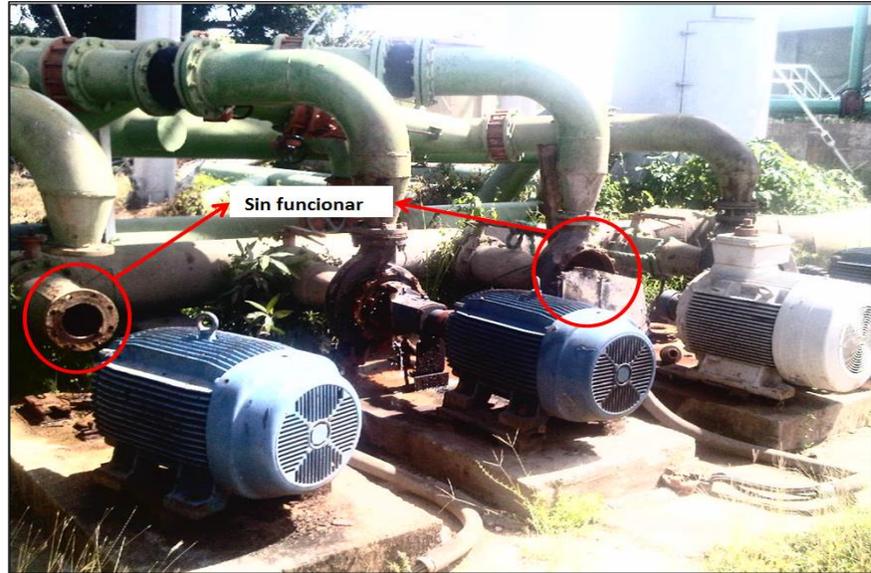
Figura 5.25 Sedimentadores.



Figura 5.26 Estado externo del sedimentador.

Debido a que solo 2 de las 4 bombas destinadas a impulsar el agua al pueblo de Soledad estas no se dan abasto para dicho cometido lo cual hace que en muchos casos las bombas se averíen debido a la sobrecarga que se le inducen. Esto provoca que para muchos sectores de la población no se surta del vital líquido durante periodos de tiempo que van desde 5 días hasta 2 o 3 meses. Las otras 2 bombas en el momento de asistir a la visita estaban en mantenimiento las cuales no dieron una fecha de cuando se pondrían de nuevo en funcionamiento.

Estado de las bombas



Cabe destacar que esta tubería de impulsión por ser de hierro fundido posee gran desgaste en su interior como el exterior debido a que ya han cumplido su vida útil, provocando así averías y fugas puntuales. Además se pudo constatar que a lo largo de la línea en algunos sectores se les sustrae agua con tomas ilegales, como por ejemplo en el sector La Peñita, lo cual conlleva a que el agua no llegue con el caudal

ni presión necesaria para los sectores más alejados, entre los cuales se encuentra el sector Las Malvinas.

La red de distribución cubre sólo una porción del sector por lo que en muchos casos los mismos habitantes han hecho tomas caseras para llevar el agua hasta sus hogares. Esto se puede evidenciar para las zonas más alejadas. De acuerdo a un plano suministrado por el personal de CVG-Soledad se tiene lo siguiente.

Plano red de distribución actual



Se puede observar que esta red no cubre la mayoría del sector por ende se hace un poco tedioso ubicar toda la red en general, así como también los materiales y diámetros. En algunas partes están al descubierto pero en su mayoría se encuentran enterradas. Debido a esto se puede decir que esta red es muy heterogénea, teniendo muchos diámetros que van desde 2", ¾", 1" pulgadas y de diversos materiales como hierro fundido, hierro galvanizado, pvc, pead, entre otros.

Mediante el diagnóstico realizado al sistema con respecto al estado y funcionamiento de los elementos que lo conforman así como también las condiciones del agua se puede determinar que el sistema no está funcionando de manera correcta debido a que muchos elementos funcionan inadecuadamente ya sea por falta de mantenimiento o porque su vida útil ya caducó.

También se puede señalar que el estanque de almacenamiento secundario que nutría al sector en cuestión desde hace algún tiempo dejó de funcionar lo cual hace que la calidad del servicio se vea afectada.

Por otro lado se pudo observar que el caudal recibido a través de las tuberías es deficiente para cubrir las necesidades de todo el sector, además las presiones dentro de la red son muy bajas lo que ocasiona que para las zonas más elevadas y alejadas se vean afectadas debido a esta situación.

Tuberías expuestas en el sector (fugas)



El estado actual del sistema en general es decadente, ya que su funcionamiento es irregular, posee fugas en distintas partes de la tubería, así como también se puede evidenciar que la calidad del agua es mala. Como sistema, la mayoría de los elementos no cumplen las expectativas para que haya un buen funcionamiento.

5.4. Calculo del caudal de diseño con respecto a la población proyectada

5.4.1 Caudal medio (Q_m)

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población}}{86.400 \text{ seg}} \text{ (lts/seg)}$$

Sustituyendo valores se tiene que:

$$Q_m = \frac{400 \text{ lts/dia/hab} \times 3912 \text{ hab}}{86.400 \text{ seg}} = 18,11 \text{ lts/seg}$$

5.4.2 Caudal máximo diario (Q_{md})

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m$$

El factor K_1 está comprendido entre 1,20 y 1,50 según Rivas Mijares para el caso de nuestro país por lo que para efectos del diseño se tomará 1,25.

Sustituyendo en la ecuación nos queda:

$$Q_{md} = 1,25 \times 18,11 \text{ lts/seg} = 22,64 \text{ lts/seg}$$

5.4.3 Caudal máximo horario (Q_{mh})

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_{md}$$

K_2 es un factor que se toma en función de la población, en este caso se tiene una población correspondida entre 1.000 y 100.000 habitantes por lo que se tendrá un K_2 igual a 2,50.

Sustituyendo en la ecuación nos queda:

$$Q_{mh} = 2,50 \times 22,64 \text{ lts/seg} = 56,60 \text{ lts/seg}$$

5.5 Cálculo de las condiciones de diseño teóricas requeridas necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema.

En este caso se hará el cálculo teórico de los elementos que conforman el sistema tomando en cuenta los datos suministrados en esta investigación. Se determinará las características óptimas de cada uno de los elementos del sistema incluyendo la capacidad, materiales, ubicación, entre otros. Una vez obtenida toda la fase teórica se procederá a realizar la propuesta en el próximo capítulo comparando los elementos existentes y los que se calcularon para así poder establecer una o varias alternativas que solucionen los problemas que en esta investigación se describen.

5.5.1 Línea de impulsión

Se establecerá la ruta que técnicamente sería la más económica, por ende, más factible a su construcción. Se procedió a realizar el levantamiento topográfico con un sistema de posicionamiento global (o sus siglas en inglés GPS) obteniendo así las cotas del terreno, distancias y coordenadas.

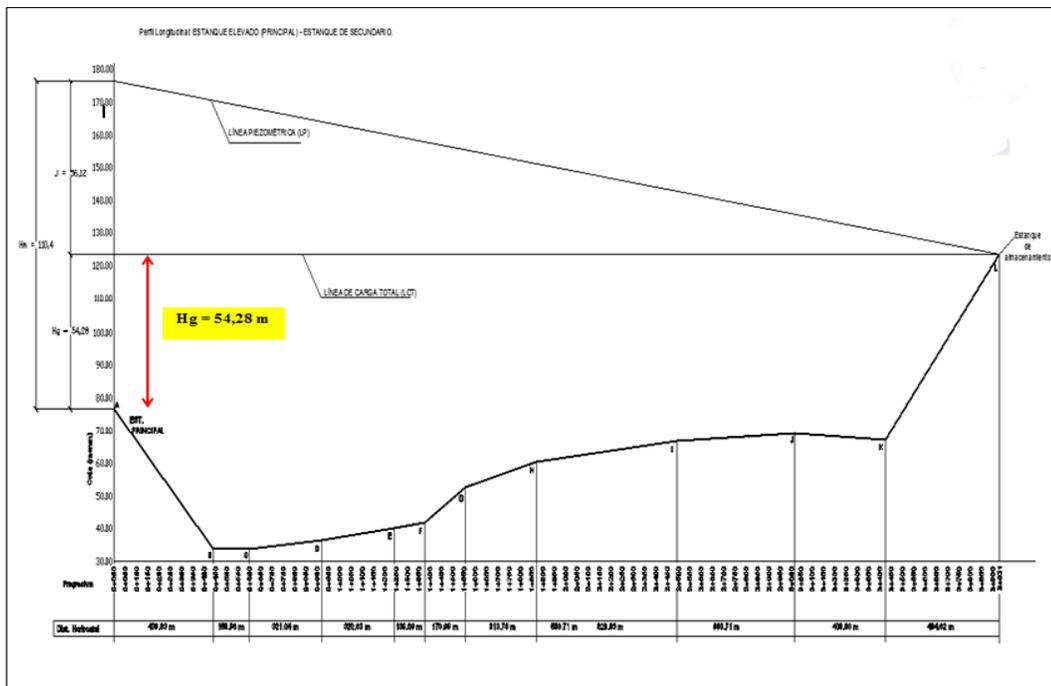
La línea de impulsión será diseñada a partir del estanque principal ubicado en la planta de tratamiento de la población de Soledad con el propósito de surtir a un estanque secundario ubicado cercano al sector en estudio. Se tomará como referencia

y para efectos de los cálculos la cota del terreno del estanque principal el cual está dado por 68,00 msnm.

Para el diseño de la línea de impulsión se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. Altura geométrica (Hg): viene representada por la diferencia de cotas entre el estanque principal (nivel medio de aguas) y el estanque secundario (nivel mínimo de aguas).

2. Figura 5.28 Altura geométrica de la línea de impulsión



3. Gasto de diseño (Qd)

El caudal de diseño (Qd) será el caudal de bombeo (Qb) que viene dada por la siguiente ecuación:

$$Qd = Qb = Qm \times \frac{24}{N} \quad ; \quad \text{Donde } N = 8 \text{ horas}$$

Qm se sabe que es 18,11 lts/seg. Se tomara 8 horas debido al que el sector es mayormente domiciliario lo cual conlleva que el uso del agua se haga, generalmente, en las horas del día.

Sustituyendo los valores en la ecuación se tiene que:

$$Qb = 18,11 \text{ lps} \times \frac{24}{8} = 54,33 \text{ lps}$$

4. Material: el material será PEAD, con un coeficiente de rugosidad de 140 (C=140), por ser un diseño con tubería enterrada, además de ser un poco más accesible económicamente que otras en el mercado y por tener una mejor disponibilidad a la hora de la adquisición.

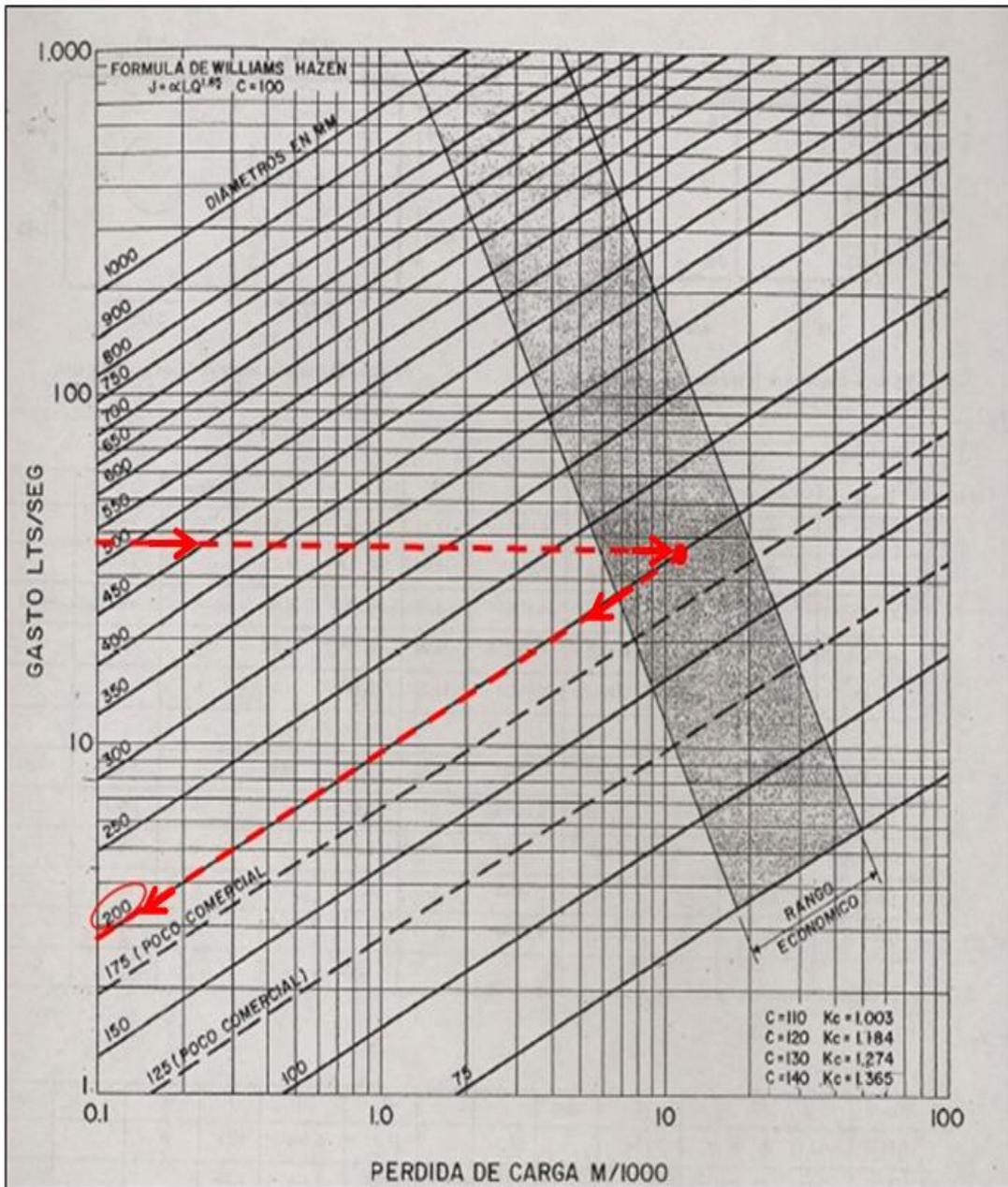
5. Diámetros: Diámetros: se determinan los diámetros en función a los caudales del ábaco (Q_{ÁBACO}).

$$Q_{\text{ÁBACO}} = \frac{Qb}{Kc} \quad ; \quad \text{Donde } Kc = 1,365$$

$$Q_{\text{ÁBACO}} = \frac{54,33 \text{ lps}}{1,365} = 39,80 \text{ lps}$$

Ingresando a la tabla 6.1 Ábaco para la selección de diámetros económicos en redes de distribución de Simón Arocha R., con el valor del $Q_{\text{ÁBACO}}$ calculado, se tiene:

Tabla 5.4 Ábaco para la selección de diámetros económicos en redes de distribución de Simón Arocha R.

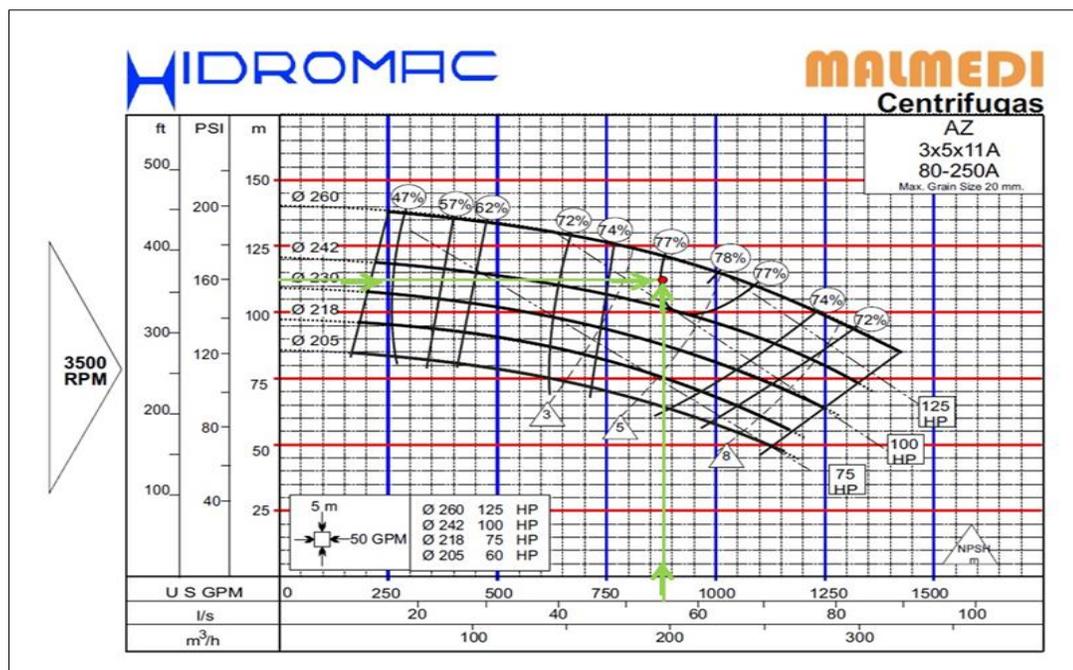


8. Potencia requerida: para este caso se debe seleccionar un equipo acorde a los requerimientos del sistema. Es necesario conocer dos factores importantes para seleccionar el equipo de bombeo los cuales son el caudal actuante (Caudal de bombeo Q_b) y la presión o altura a la que será sometida (Altura manométrica H_m).

Teniendo la altura que debe vencer la bomba ($H_m = 110,4 \text{ m}$) y el caudal que se debe suministrar a la tubería de impulsión ($Q_b = 54,33$) se procede a buscar las curvas características de una bomba que trabaje en un rango de altura y caudal que coincidan, en lo posible, a los calculados para así obtener las bomba características de la bomba que se adecúe a la situación.

Del manual de bombas de la empresa HIDROMAC C.A. (ver apéndice G) se seleccionó el modelo de la bomba que se usará en el proyecto el cual está representada en la figura siguiente:

Figura 5.30 Curvas características de la bomba Malmedi, modelo 80-250A



En la figura se puede observar las líneas verdes de las cuales la horizontal representa la altura manométrica (Hm) y la vertical el caudal de bombeo (Qb). Donde se interceptan las líneas (punto rojo) representa la eficiencia del motor (77% aproximadamente), los hp necesarios (125 hp) y los diámetros máximos (260 mm).

Para la verificación de la potencia se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$Hp = \frac{Qb \times Hm \times \ell}{76 \times \varepsilon}$$

Dónde:

Qb: caudal de diseño.

Hm: altura manométrica.

ℓ : peso específico del agua (1 kg/m³).

ε : eficiencia (77%).

$$Hp = \frac{54,33 \times 110,4 \times 1}{76 \times 0,77} = 102,50 \text{ hp}$$

Dados los requerimientos de la potencia, la bomba seleccionada concuerda con la potencia calculada. El equipo de bombeo seleccionado tendrá las especificaciones siguientes: (otras especificaciones del equipo de bombeo están dispuestas en el apéndice G)

- Bomba centrífuga marca MALMEDI de la línea AZ.
- Modelo 80-250A.
- Medidas 3x5x11A.
- Diámetro máximo 260 mm.
- Hp = 125 Hp.
- Eficiencia = 77%.
- RPM = 3500 máximo.

Para el costo de la bomba para la cual se recibió una cotización el 05 de diciembre de 2016 por parte de la empresa HIDROBOMBAS, C.A. (Ver apéndice G). Se tiene un total a pagar de Bs. 13.850.000, el precio incluye I.V.A, no incluye cobro de flete.

9. Clases de tuberías: se determinan para cada tramo de la línea de impulsión. Utilizando tuberías de PEAD fabricadas bajo las normas COVENIN 3833 e ISO 4427, en la cual las clases son denominadas SDR y dependen de las presiones resistentes. Estas especificaciones están dadas en la siguiente tabla:

Tabla 5.5 Características de tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de líquidos.



ASOC. COOP. IMPOSERVICIO VALENCIA, R.L.
RIF. J-29682909-8

TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA LA CONDUCCIÓN DE LÍQUIDOS



| Material, f.s. | SDR 33 | | SDR 26 | | SDR 21 | | SDR 17 | | SDR 13,6 | | SDR 11 | | SDR 9 | | SDR 7,4 | |
|----------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|---------|--------------------|--------|------------------|-----------|
| PE 80 , 1,6 | 3,2 bar (50 psi) | | 4 bar (60 psi) | | 5 bar (75 psi) | | 6,3 bar (90 psi) | | 8 bar (120 psi) | | 10 bar (150 psi) | | 12,5 bar (185 psi) | | 16 bar (235 psi) | |
| PE 80 , 1,25 | 4 bar (60 psi) | | 5 bar (75 psi) | | 6,3 bar (90 psi) | | 8 bar (120 psi) | | 10 bar (150 psi) | | 12,5 bar (185 psi) | | 16 bar (235 psi) | | 20 bar (290 psi) | |
| PE 100, 1,25 | 5 bar (75 psi) | | 6,3 bar (90 psi) | | 8 bar (120 psi) | | 10 bar (150 psi) | | 12,5 bar (185 psi) | | 16 bar (235 psi) | | 20 bar (290 psi) | | 25 bar (360 psi) | |
| Diámetro | Espesor | | Espesor | | Espesor | | Espesor | | Espesor | | Espesor | | Espesor | | Espesor | |
| mm. | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m | mm. | Kg/m |
| min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. | min. |
| 12.5 | | | | | | | | | | | | | | | | 2.3 0.075 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | 2.3 | 0.102 | 2.3 | 0.102 |
| 20 | | | | | | | | | | | | 2.3 | 0.132 | 2.3 | 0.132 | 2.6 0.155 |
| 25 | | | | | | | | | | | 2.3 | 0.170 | 2.6 | 0.200 | 3.5 | 0.240 |
| 32 | | | | | | | 2.3 | 0.222 | 2.3 | 0.222 | 3.0 | 0.280 | 3.6 | 0.327 | 4.5 | 0.395 |
| 40 | | | | | 2.3 | 0.283 | 2.4 | 0.294 | 3.0 | 0.358 | 3.7 | 0.431 | 4.5 | 0.505 | 5.6 | 0.610 |
| 50 | | | | | 2.4 | 0.372 | 3.0 | 0.456 | 3.7 | 0.550 | 4.6 | 0.667 | 5.6 | 0.790 | 6.9 | 0.940 |
| 63 | | | 2.4 | 0.475 | 3.0 | 0.583 | 3.8 | 0.723 | 4.7 | 0.876 | 5.8 | 1.055 | 7.1 | 1.257 | 8.7 | 1.490 |
| 75 | 2.3 | 0.547 | 2.9 | 0.678 | 3.6 | 0.828 | 4.5 | 1.016 | 5.6 | 1.238 | 6.8 | 1.472 | 8.4 | 1.768 | 10.4 | 2.115 |
| 90 | 2.8 | 0.793 | 3.5 | 0.977 | 4.3 | 1.182 | 5.4 | 1.458 | 6.7 | 1.774 | 8.2 | 2.124 | 10.1 | 2.547 | 12.5 | 3.046 |
| 110 | 3.4 | 1.171 | 4.2 | 1.427 | 5.3 | 1.773 | 6.6 | 2.172 | 8.1 | 2.618 | 10.0 | 3.161 | 12.3 | 3.787 | 15.2 | 4.526 |
| 125 | 3.8 | 1.484 | 4.8 | 1.848 | 6.0 | 2.277 | 7.4 | 2.766 | 9.2 | 3.374 | 11.4 | 4.090 | 14.0 | 4.893 | 17.3 | 5.849 |
| 160 | 4.9 | 2.435 | 6.1 | 2.996 | 7.7 | 3.728 | 9.5 | 4.532 | 11.8 | 5.528 | 14.6 | 6.693 | 17.9 | 7.995 | 22.1 | 9.558 |
| 200 | 6.1 | 3.776 | 7.6 | 4.652 | 9.6 | 5.798 | 11.9 | 7.082 | 14.7 | 8.598 | 18.2 | 10.420 | 22.4 | 12.498 | 27.6 | 14.912 |
| 250 | 7.6 | 5.865 | 9.5 | 7.252 | 11.9 | 8.971 | 14.8 | 10.997 | 18.4 | 13.435 | 22.7 | 16.234 | 27.9 | 19.456 | 34.5 | 23.287 |
| 315 | 9.6 | 9.310 | 12.0 | 11.519 | 15.0 | 14.226 | 18.7 | 17.482 | 23.2 | 21.321 | 28.6 | 25.751 | 35.2 | 30.904 | 43.5 | 36.974 |
| 355 | 10.8 | 11.792 | 13.5 | 14.593 | 16.9 | 18.051 | 21.1 | 22.217 | 26.1 | 27.025 | 32.2 | 32.667 | 39.7 | 39.266 | 49.0 | 46.932 |
| 400 | 12.2 | 14.993 | 15.2 | 18.500 | 19.1 | 22.968 | 23.7 | 28.111 | 29.4 | 34.285 | 36.3 | 41.480 | 44.7 | 49.803 | 55.2 | 59.564 |
| 450 | 13.7 | 18.877 | 17.1 | 23.385 | 21.5 | 29.034 | 26.7 | 35.605 | 33.1 | 43.453 | 40.9 | 52.666 | 50.3 | 63.166 | | |
| 500 | 15.2 | 23.318 | 19.0 | 28.871 | 23.9 | 35.891 | 29.7 | 43.995 | 36.8 | 53.612 | 45.4 | 64.814 | 55.8 | 77.707 | | |
| 560 | 17.0 | 29.196 | 21.3 | 36.177 | 26.7 | 44.926 | 33.2 | 55.103 | 41.2 | 67.261 | 50.8 | 81.384 | | | | |
| 630 | 19.1 | 36.877 | 23.9 | 45.718 | 30.0 | 56.733 | 37.4 | 69.765 | 46.3 | 84.958 | 57.2 | 102.853 | | | | |

1. Valores en psi aproximados y medidas de diámetros en milímetros.
 2. Los valores sombreados en amarillo vienen en rollos de 100 m de longitud. el resto en tubos de 12 mt.
 3. Según normas COVENIN 3833 e ISO 4427.

Certificados con FONDONORMA e ISO

Dirección Comercial: C. C. Lomas de La Esmeralda, Local N° 2-39. Zona Postal 2006. Municipio San Diego. Edo. Carabobo.
 Tel. (0241) 417.79.07 / Fax. (0241) 635.86.76. Cel. 0424 – 403.55.99
 Email: imposervicio.valencia@gmail.com

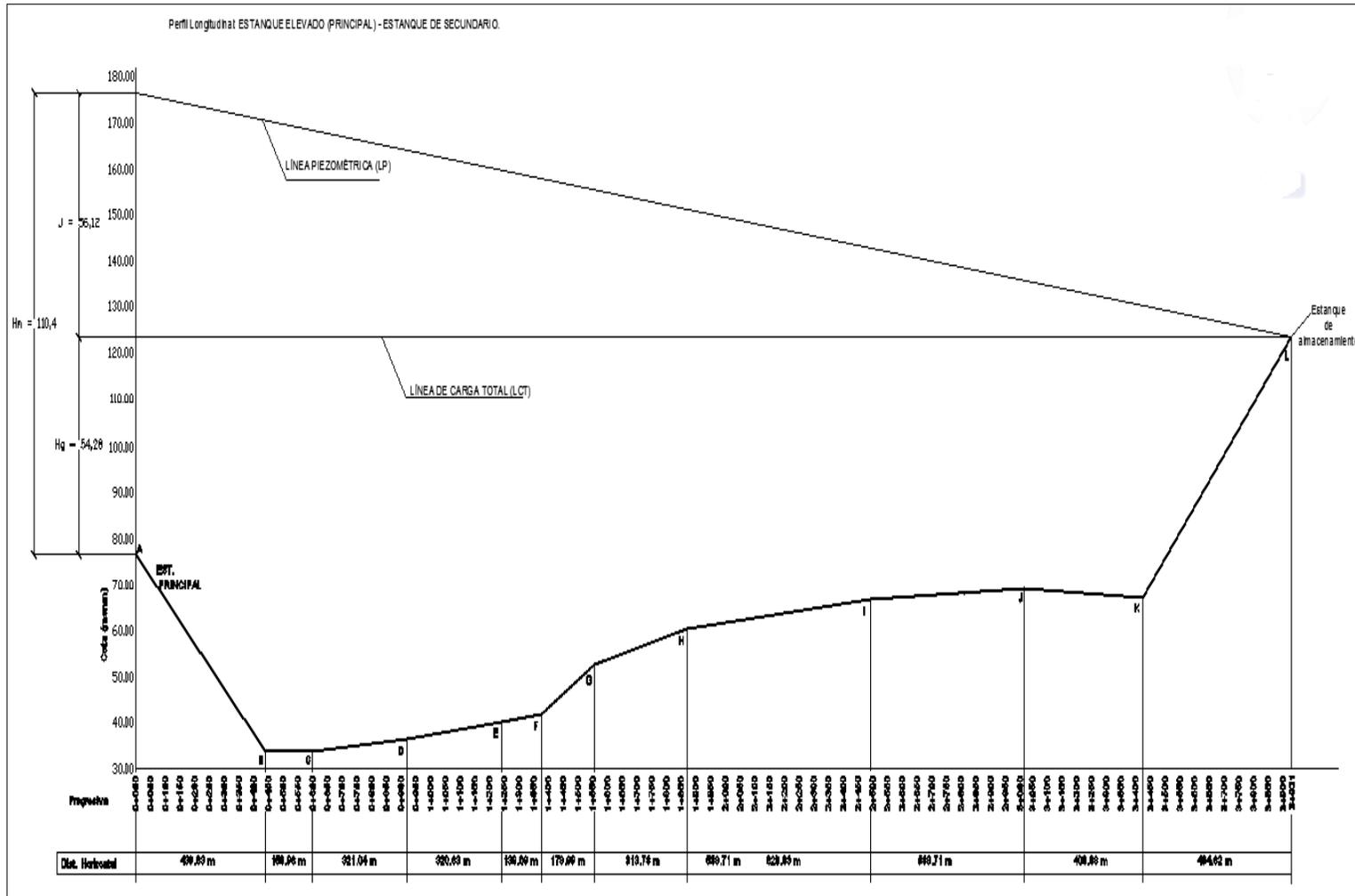
Además se anexará la tabla de las clases y las presiones soportadas por estas tuberías tanto en PSI como en metros, que para detalles de cálculo se necesitaran en metros.

Tabla 5.6 Presiones de tuberías PEAD para las diferentes clases

| Clase | Tipo | Presión (PSI) | Presión (m) |
|----------|---------------|---------------|-------------|
| SDR 33 | PE 80 / 1,6 | 50 | 35,16 |
| | PE 80 / 1,25 | 60 | 42,19 |
| | PE 100 / 1,25 | 75 | 57,74 |
| SDR 26 | PE 80 / 1,6 | 60 | 42,19 |
| | PE 80 / 1,25 | 75 | 57,74 |
| | PE 100 / 1,25 | 90 | 63,29 |
| SDR 21 | PE 80 / 1,6 | 75 | 57,74 |
| | PE 80 / 1,25 | 90 | 63,29 |
| | PE 100 / 1,25 | 120 | 84,39 |
| SDR 17 | PE 80 / 1,6 | 90 | 63,29 |
| | PE 80 / 1,25 | 120 | 84,39 |
| | PE 100 / 1,25 | 150 | 105,49 |
| SDR 13,6 | PE 80 / 1,6 | 120 | 84,39 |
| | PE 80 / 1,25 | 150 | 105,49 |
| | PE 100 / 1,25 | 185 | 130,10 |
| SDR 11 | PE 80 / 1,6 | 150 | 105,49 |
| | PE 80 / 1,25 | 185 | 130,10 |
| | PE 100 / 1,25 | 235 | 165,26 |
| SDR 9 | PE 80 / 1,6 | 185 | 130,10 |
| | PE 80 / 1,25 | 235 | 165,26 |
| | PE 100 / 1,25 | 290 | 203,94 |
| SDR 7,4 | PE 80 / 1,6 | 235 | 165,26 |
| | PE 80 / 1,25 | 290 | 203,94 |
| | PE 100 / 1,25 | 360 | 253,16 |

Para seleccionar las clases de tuberías es necesario tener presente el perfil longitudinal de la línea de impulsión el cual se referencia en la figura que se muestra a continuación:

Figura 5.31 Perfil longitudinal de la línea de impulsión



Para determinar las clases en el tramo de A – B se debe calcular la diferencia de cotas entre ambos nodos y las pérdidas generadas en dicho tramo.

$$\Delta H_{A-B} = \text{Cota de A} - \text{Cota de B}$$

$$\Delta H_{A-B} = 68,00 \text{ m} - 33,58 \text{ m} = 34,42 \text{ m}$$

$$J_{A-B} = 0, (5)4849 \times 439,63 \text{ m} \times (54,28)^2 \quad (3.4)$$

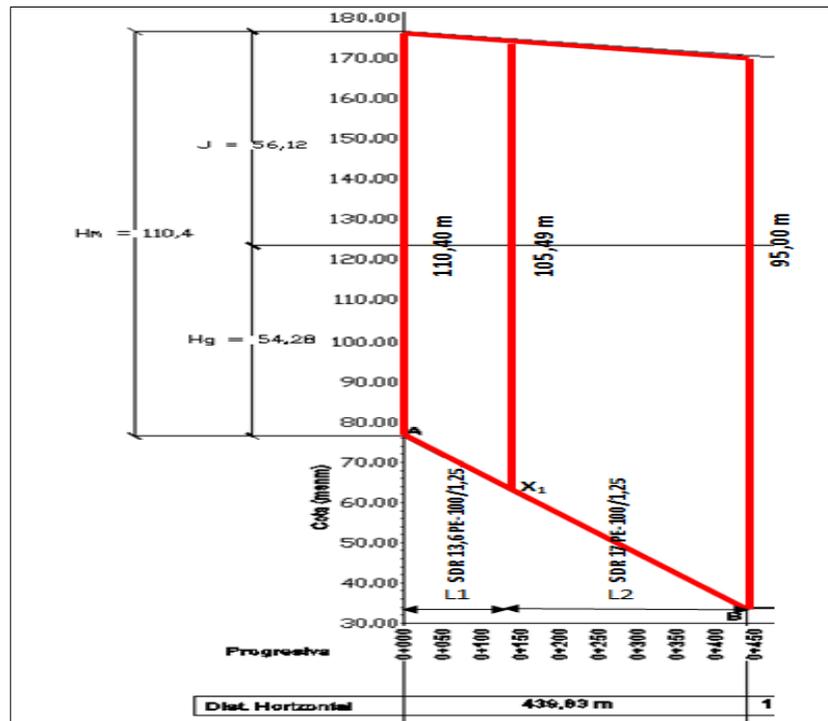
$$J_{A-B} = 6,29 \text{ m}$$

La presión del punto B se obtiene de la sumatoria de la diferencia de altura entre A y B (ΔH) la altura geométrica (Hg) y las pérdidas obtenidas entre el punto A y el punto B (J_{A-B})

$$P_B = \Delta H_{A-B} + Hg + J_{A-B}$$

$$P_B = 95 \text{ m}$$

Figura 5.32 Clases de tubería en el tramo A-B de la línea de impulsión



De la figura 6.1 se tiene la relación:

| Punto | Longitud (m) | Presión (m) |
|----------------|---------------------|--------------------|
| A | 0 | 110,40 |
| X ₁ | L1 | 105,49 |
| B | 439,63 | 95,00 |

Interpolando se obtiene que:

$$L1 = 143,91 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase } 13,6 \text{ PE } 100/1,25$$

Sabiendo que; $L1 + L2 = 439,63 \text{ m}$, entonces:

$$L2 = 295,72 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase } 17 \text{ PE } 100 \text{ } 1,25$$

Para determinar las clases en el tramo de B – C se calcula las pérdidas generadas en dicho tramo y la diferencia de cotas entre la línea de carga total (nodo L) y el nodo C.

$$\Delta H_{L-C} = \text{Cota de L} - \text{Cota de C}$$

$$\Delta H_{L-C} = 122,28 \text{ m} - 33,58 \text{ m} = 88,70 \text{ m}$$

$$J_{B-C} = 0, (5)4849 \times 158,96 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{B-C} = 2,28 \text{ m}$$

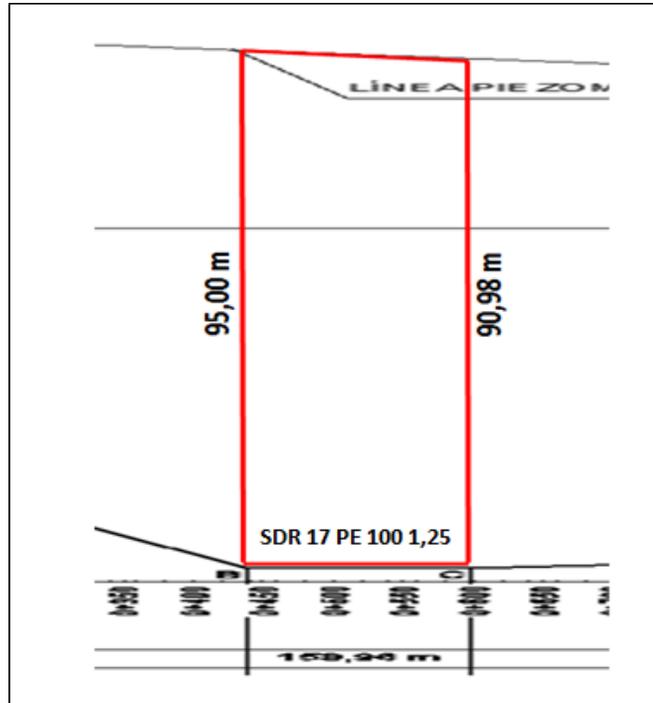
La presión en el punto C se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto C (ΔH_{L-C}) y las pérdidas generadas entre los puntos B y C (J_{B-C}).

$$P_C = \Delta H_{L-C} + J_{B-C}$$

$$P_C = 90,98 \text{ m}$$

A continuación se observa la gráfica de las presiones actuantes en el tramo B – C y la clase de tubería.

Figura 5.33 Clases de tubería en el tramo B-C de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 17 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 105,49 m. (ver tabla 5.3).

Para determinar las clases en el tramo de C – D se tiene:

$$\Delta H_{L-D} = \text{Cota de L} - \text{Cota de D}$$

$$\Delta H_{L-D} = 122,28 \text{ m} - 36,26 \text{ m} = 86,02 \text{ m}$$

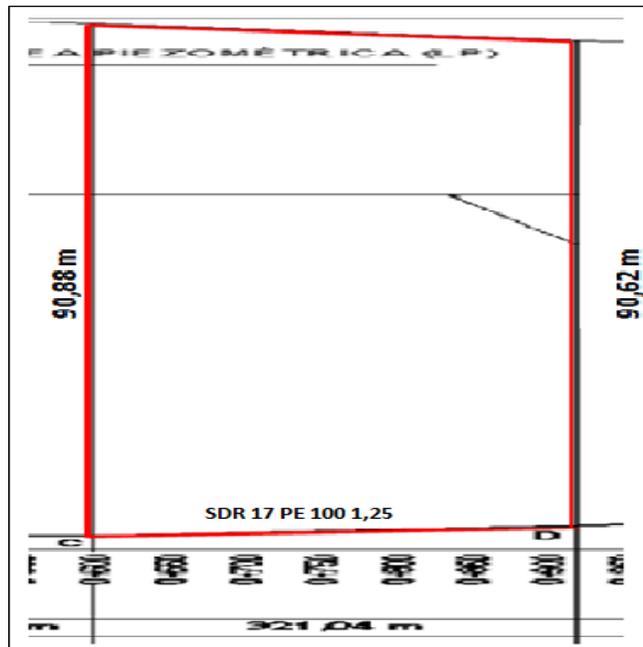
$$J_{C-D} = 0, (5)4849 \times 321,04 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{C-D} = 4,60 \text{ m}$$

La presión en el punto D se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto D (ΔH_{L-D}) y las pérdidas generadas entre los puntos C y D (J_{C-D}).

$$P_D = 90,62 \text{ m}$$

Figura 5.34 Clases de tubería en el tramo C-D de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 17 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 105,49 m. (ver tabla 5.3)

Para determinar las clases en el tramo de D – E se tiene:

$$\Delta H_{L-E} = \text{Cota de L} - \text{Cota de E}$$

$$\Delta H_{L-E} = 122,28 \text{ m} - 36,26 \text{ m} = 86,02 \text{ m}$$

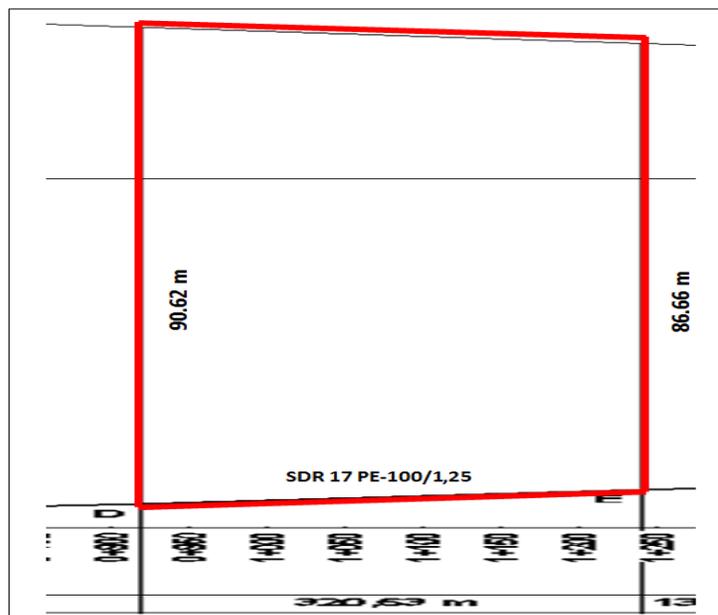
$$J_{D-E} = 0, (5)4849 \times 321,04 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{D-E} = 4,60 \text{ m}$$

La presión en el punto E se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto E (ΔH_{L-E}) y las pérdidas generadas entre los puntos D y E (J_{D-E}).

$$P_D = 90,62 \text{ m}$$

Figura 5.35 Clases de tubería en el tramo D – E de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 17 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 105,49 m. (ver tabla 5.3).

Para determinar las clases en el tramo de E – F se tiene:

$$\Delta H_{L-F} = \text{Cota de L} - \text{Cota de F}$$

$$\Delta H = 122,28 \text{ m} - 41,73 \text{ m} = 81,55 \text{ m}$$

$$J_{E-F} = 0, (5)4849 \times 138,10 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{E-F} = 1,98 \text{ m}$$

La presión en el punto F se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto F (ΔH_{L-F}) y las pérdidas generadas entre los puntos E y F (J_{E-F}).

$$P_F = 82,52 \text{ m}$$

Figura 5.36 Clases de tubería en el tramo E – F de la línea de impulsión



De la figura 5.36 se tiene la relación:

| Punto | Longitud (m) | Presión (m) |
|----------------|----------------|-------------|
| E | 0 | 86,66 |
| X ₁ | L ₁ | 84,39 |
| F | 138,10 | 82,52 |

Interpolando se obtiene que:

$$L_1 = 75,72 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 17 PE 100/1,25}$$

Sabiendo que; $L1 + L2 = 138,10$ m, entonces:

$$L2 = 62,38 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 21 PE 100 1,25}$$

Para determinar las clases en el tramo de F – G se tiene:

$$\Delta H_{L-G} = \text{Cota de L} - \text{Cota de G}$$

$$\Delta H_{L-G} = 122,28 \text{ m} - 52,57 \text{ m} = 69,71 \text{ m}$$

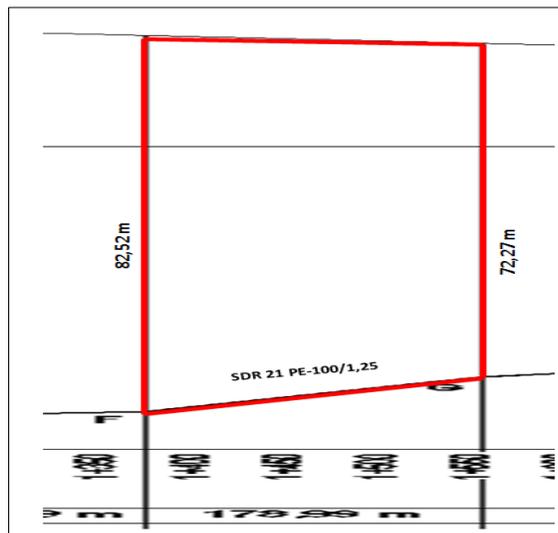
$$J_{F-G} = 0, (5)4849 \times 179 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{F-G} = 2,56 \text{ m}$$

La presión en el punto G se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto G (ΔH_{L-G}) y las pérdidas generadas entre los puntos F y G (J_{F-G}).

$$P_G = 72,27 \text{ m}$$

Figura 5.37 Clases de tubería en el tramo F – G de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 21 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 84,39 m. (ver tabla 5.3).

Para determinar las clases en el tramo de G – H se tiene:

$$\Delta H_{L-H} = \text{Cota de L} - \text{Cota de H}$$

$$\Delta H_{L-H} = 122,28 \text{ m} - 60,34 \text{ m} = 61,94 \text{ m}$$

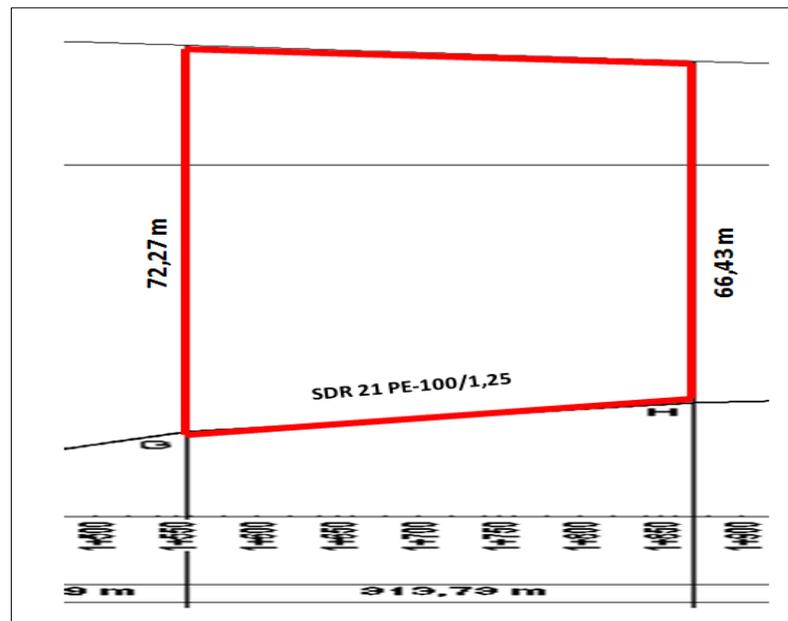
$$J_{G-H} = 0, (5)4849 \times 313,70 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{G-H} = 4,49 \text{ m}$$

La presión en el punto H se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto H (ΔH_{L-H}) y las pérdidas generadas entre los puntos G y H (J_{G-H}).

$$P_H = 66,43 \text{ m}$$

Figura 5.38 Clases de tubería en el tramo G – H de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 21 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 84,39 m. (ver tabla 5.3).

Para determinar las clases en el tramo de H – I se tiene:

$$\Delta H_{L-I} = \text{Cota de L} - \text{Cota de I}$$

$$\Delta H_{L-I} = 122,28 \text{ m} - 66,65 \text{ m} = 55,63 \text{ m}$$

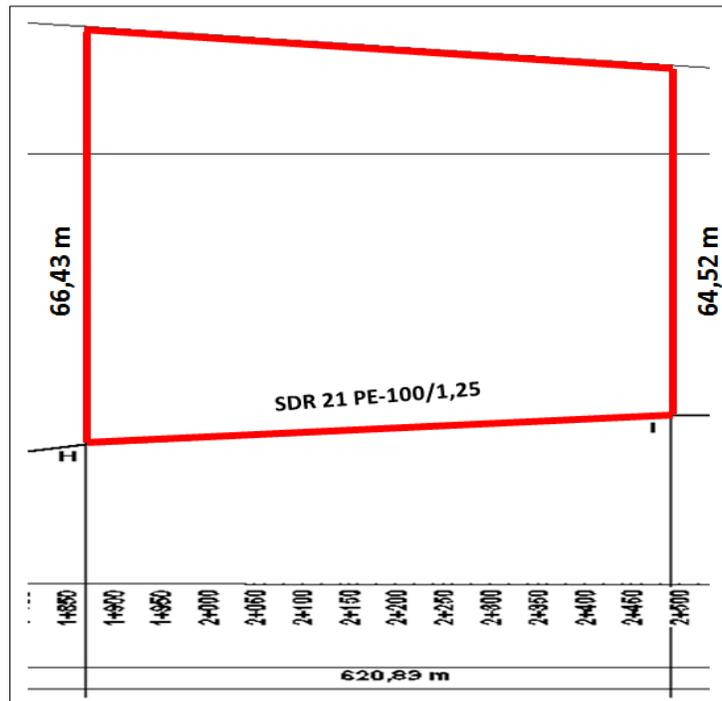
$$J_{H-I} = 0, (5)4849 \times 620,80 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{E-F} = 8,88 \text{ m}$$

La presión en el punto I se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto I (ΔH_{L-I}) y las pérdidas generadas entre los puntos H e I (J_{H-I}).

$$P_H = 66,43 \text{ m}$$

Figura 5.39 Clases de tubería en el tramo H – I de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 21 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 84,39 m. (ver tabla 5.3).

Para determinar las clases en el tramo de I – J se tiene:

$$\Delta H_{L-J} = \text{Cota de L} - \text{Cota de J}$$

$$\Delta H_{L-J} = 122,28 \text{ m} - 68,03 \text{ m} = 54,25 \text{ m}$$

$$J_{I-J} = 0, (5)4849 \times 538,71 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{I-J} = 7,71 \text{ m}$$

La presión en el punto I se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto J (ΔH_{L-J}) y las pérdidas generadas entre los puntos H e I (J_{I-J}).

$$P_I = 61,96 \text{ m}$$

Figura 5.40 Clases de tubería en el tramo I – J de la línea de impulsión



De la figura 5.40 se tiene la relación:

| Punto | Longitud (m) | Presión (m) |
|----------------|---------------------|--------------------|
| I | 0 | 64,52 |
| X ₁ | L1 | 63,29 |
| J | 538,71 | 61,96 |

Interpolando se obtiene que:

$$L1 = 258,49 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 21 PE } 100/1,25$$

Sabiendo que; $L1 + L2 = 138,10 \text{ m}$, entonces:

$$L2 = 280,22 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 26 PE } 100 \text{ } 1,25$$

Para determinar las clases en el tramo de J – K se tiene:

$$\Delta H_{L-K} = \text{Cota de L} - \text{Cota de K}$$

$$\Delta H_{L-K} = 122,28 \text{ m} - 66,28 \text{ m} = 56,00 \text{ m}$$

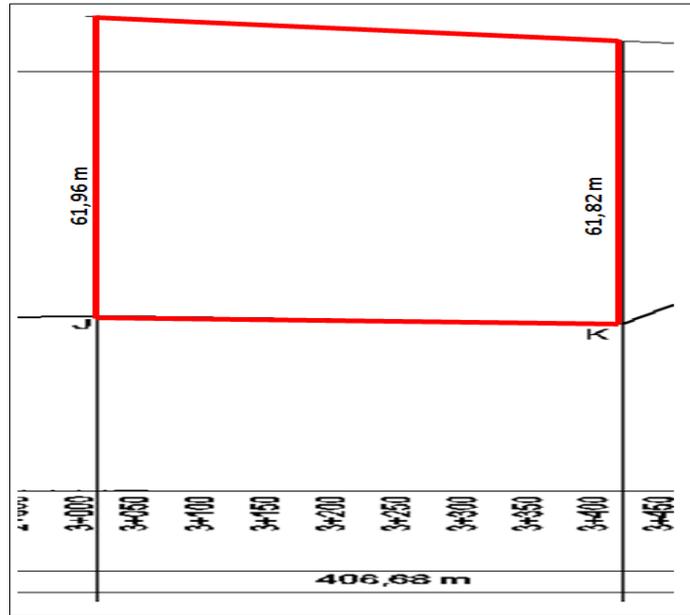
$$J_{J-K} = 0, (5)4849 \times 406,68 \text{ m} \times (54,33)^2 \quad (3.4)$$

$$J_{J-K} = 5,82 \text{ m}$$

La presión en el punto J se obtiene sumando la diferencia de cota entre el punto L y el punto J (ΔH_{L-K}) y las pérdidas generadas entre los puntos H e I (J_{I-J}).

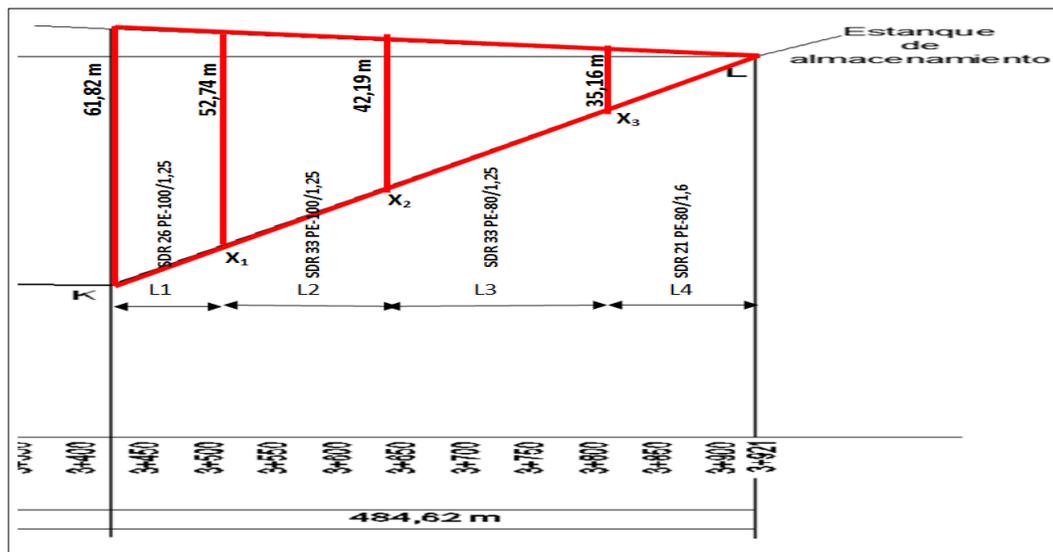
$$P_K = 61,82 \text{ m}$$

Figura 5.40 Clases de tubería en el tramo I – J de la línea de impulsión



Para este tramo se usará la clase de tubería SDR 26 PE 100 1,25 debido a que esta soporta presiones máximas de 84,39 m. (ver tabla 5.3).

Para el último tramo, es decir, el tramo K – L (punto L es el Estanque secundario) se tendrá lo siguiente:



De la figura 5.40 se tiene la relación:

| Punto | Longitud (m) | Presión (m) |
|----------------|---------------------|--------------------|
| K | 0 | 61,82 |
| X ₁ | L1 | 52,74 |
| X ₂ | L2 | 42,19 |
| X ₃ | L3 | 35,16 |
| L | 464,82 | 0 |

Interpolando se obtiene que:

$$L1 = 71,18 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 26 PE 100/1,25}$$

$$L2 = 153,88 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 33 PE 100/1,25}$$

$$L3 = 208,99 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 33 PE 80/1,25}$$

$$L4 = 50,57 \text{ m} \quad ; \quad \text{Clase 33 PE 80/1,6}$$

Tabla 5.7 Resumen de las clases de tuberías y sus respectivas longitudes.

| Clases de Tubería | Longitud (m) |
|---|---------------------|
| SDR 13,6 PE 100/1,25 | 143,91 |
| SDR 17 PE 100/1,25 | 1175,04 |
| SDR 21 PE 100/1,25 | 1431,34 |
| SDR 26 PE 100/1,25 | 758,08 |
| SDR 33 PE 100/1,25 | 153,88 |
| SDR 33 PE 80/1,25 | 208,99 |
| SDR 33 PE 80/1,6 | 50,57 |
| Longitud Total de la Tubería: 3.921,81 | |

Además se debe tomar en cuenta los distintos diámetros, quedando el diseño de la siguiente manera:

Tabla 5.8 Resumen de las especificaciones de cada tramo de la línea de impulsión.

| Tramo | Longitud (m) | Diámetro (mm) | Clase (SDR) |
|--------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| A - B | 229,96 | 200 | 13,6 PE 100/1,25 |
| | 209,67 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| B - C | 158,96 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| C - D | 321,04 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| D - E | 320,63 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| E - F | 75,72 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| | 62,38 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| F - G | 178,99 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| G - H | 313,73 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| H - I | 620,83 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| I - J | 258,49 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| | 280,22 | 200 | 23 PE 100/1,25 |
| J - K | 406,68 | 200 | 23 PE 100/1,25 |
| K - L | 71,18 | 200 | 23 PE 100/1,25 |
| | 153,88 | 200 | 33 PE 100/1,25 |
| | 208,99 | 200 | 33 PE 80/1,25 |
| | 50,57 | 200 | 33 PE 80/1,6 |

10. Análisis económico: los precios de las tuberías se reflejan en la tabla 5.9, para la cual se recibió una cotización el 03 de noviembre de 2016 por parte de la Asoc. Coop. Imposervicio Valencia, R.L. (Ver apéndice D.2).

Se requieren 3.921,81 metros de tubería. Las condiciones de diseño se apoyarán en las normas para el diseño de abastecimiento de agua del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social y Desarrollo Urbano (M.S.A.S.), referidas a las Normas para el Proyecto, Construcción, Ampliación, Reforma e Instalaciones Sanitarias para el desarrollo urbanístico, Gaceta Oficial n° 4013 y la Gaceta Oficial n° 4044, normas que actualmente son utilizadas en los proyectos.

Tabla 5.9 Costo de tuberías para la línea de impulsión.

| ELEMENTO | DIÁMETRO (mm) | CLASE DE TUBERÍA (SDR) | COSTO UNITARIO DE C/CLASE (Bs./ml) | CANTIDAD (ml) | COSTO TOTAL DE TUBERÍA (Bs.) |
|----------|---------------|------------------------|------------------------------------|---------------|---|
| TUBO | 200 | 13,6 PE 100/1,25 | 15.475,37 | 143,91 | 2.227.060,50 |
| TUBO | 200 | 17 PE 100/1,25 | 13.906,55 | 1.175,04 | 16.340.752,51 |
| TUBO | 200 | 21 PE 100/1,25 | 8.4414,10 | 1431,34 | 12.044.868,29 |
| TUBO | 200 | 26 PE 100/1,25 | 6.953,28 | 758,08 | 5.271.142,50 |
| TUBO | 200 | 33 PE 100/1,25 | 5.562,62 | 153,88 | 855.975,97 |
| TUBO | 200 | 33 PE 80/1,25 | 4.908,56 | 208,99 | 1.025.833,95 |
| TUBO | 200 | 33 PE 80/1,6 | 3.644,19 | 50,57 | 184.286,69 |
| | | | | | SUB TOTAL Bs. 37.949.920,41 I.V.A (12%) Bs. 4.350.800,45 TOTAL 40.607.470,86 |

5.5.2 Estanque de almacenamiento

El objetivo principal es garantizar la capacidad de almacenamiento de agua durante las veinticuatro (24) horas del día y así suministrar el agua potable a todo el sector Las Malvinas en óptimas condiciones y sin interrupciones.

Todas las condiciones de diseño están sustentadas en las Normas M.S.A.S referidas al “Proyecto de Construcción, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para el Desarrollo Urbanístico”, Gaceta número 4013 y las “Normas Sanitarias para Proyectos, Construcción, Reparación y Reforma de Edificios” Gaceta número 4044. (Normas actualmente usadas en proyectos).

Para la ubicación del estanque de almacenamiento se pudo apreciar una zona cercana al sector que cumple con los criterios para la construcción, es decir, está dentro del perímetro del sector en estudio, posee terreno suficiente para la construcción y tiene una cota considerablemente alta. (Ver figura 5.35).

Figura 5.35 Ubicación del estanque de almacenamiento



Ubicación del estanque para el sector Las Malvinas.

El volumen de almacenamiento es proyectado de acuerdo al artículo 75 de las Normas del M.S.A.S., número 4013. El proceso de llenado se realizará a través de un bombeo directamente de la planta de tratamiento. La capacidad suministrada al estanque será el caudal de bombeo calculado para la línea de impulsión, el cual es 54,33 lps (195,59 m³/hora). Este caudal se limitará por un sistema operativo que permitirá controlar la capacidad de almacenamiento del estanque.

Para calcular la capacidad del estanque de almacenamiento en el estanque se consideran las siguientes reservas de acuerdo a las normas del M.S.A.S.

1. Reserva de compensación del consumo: 40% del gasto medio diario de la red (dotación propia de la red).
2. Reserva para la compensación de gastos de bombeo: 25% del gasto medio de la red a surtir.

No se tomará en cuenta el gasto por incendio ya que el número de habitantes proyectado para el 2.051 será de 3.912 habitantes lo cual indica que está por debajo de los cinco mil (5.000) habitantes de acuerdo con las Normas.

Las dotaciones vienen dadas de acuerdo a la proyección de las poblaciones futuras de convenio de los métodos de estimación de población futura. (Método Lineal).

Se estimará una dotación de 400 lts/hab/día para el sector en estudio. Esta dotación se obtuvo por criterio de acuerdo con las normas especificadas en las “Normas para el diseño de los abastecimientos de aguas”, del Instituto Nacional de Obras Sanitarias. A continuación se presentan los cálculos para conocer la capacidad del estanque.

$$Q_{md} = 400 \text{ lts/hab/día} \times 3.912 \text{ hab} = 1.564.800 \text{ lts/día}$$

La capacidad total del estanque se representa con las reservas justificadas en la siguiente tabla.

Tabla 5.8 Capacidad requerida del estanque de almacenamiento.

| Sector | Las Malvinas – Soledad |
|---|-------------------------------|
| Dotación (lts/hab/día) | 400 |
| Habitantes | 3.912 |
| Q_{md} (lts/día) | 1.564.800 |
| Q_{md} (40%) (lts) | 625.920 |
| Reserva por compensación de bombeo (25% del día) (lts) | 391.200 |
| Total (lts) | 2.581.920 |
| Total (m³) | 2.581,92 |

Se adoptará una capacidad de 2.600 m³ para el almacenamiento del agua la cual compensará los requerimientos del sector Las Malvinas.

5.5.3 Red de distribución

Para efectos de este diseño se planteará una red ramificada, la cual, se extiende abarcando todo el sector. Utilizando el método de las áreas, se procedió a determinar una densidad poblacional (hab/Ha) a fin de definir el gasto o consumo medio para cada tramo de tubería. En el apéndice E.1 se representan las áreas de influencia asignadas a cada tramo con más detalle. Usando el programa AutoCAD 2.015 se obtuvo el área total de influencia del sector Las Malvinas el cual es de 76,90 Hectáreas.



Áreas de influencia de la red de distribución

Para determinar la densidad poblacional por hectáreas se procedió a dividir la población proyectada entre el total de hectáreas del sector en estudio, de la siguiente manera:

$$Densidad = \frac{Población\ Proyectada}{Total\ de\ Hectáreas\ del\ sector}$$

$$Densidad = \frac{3.912\ hab}{76,90\ Ha} = 51\ hab/Ha$$

En la tabla 5.9 se reportan los gastos medios de cada tramo según el área de influencia de los mismos. El tramo desde el estanque hasta el nodo A no se incluye por no tener conexiones domiciliarias.

Para el cálculo de los gastos medios por tramo (Qm_{tramo}) se tiene que:

$$Qm_{tramo} = \frac{(\text{Área del tramo} \times \text{Densidad de la población}) \times \text{Dotación}}{86.400\ seg}$$

Dónde:

$Densidad\ de\ la\ población = 51\ hab/Ha$

$Dotación = 400\ lts/hab/dia$

Sabiendo el valor de las áreas de influencia de cada tramo obtenidas a través del programa AutoCAD 2.015 se procede a calcular los gastos medios de los tramos correspondientes sustituyendo los valores en la ecuación anterior. De igual forma los cálculos se encuentran en el apéndice F.

Tabla 5.9 Distribución de gastos medios por tramo.

| Tramo | Área | Área de influencia (Ha) | Gasto medio (lps) |
|-------|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| A – E | A ₁ + A ₂ | 36,98 | 8,73 |
| A – B | A ₄ | 1,04 | 0,25 |
| B – F | A ₃ + A ₅ | 17,82 | 4,21 |
| B – C | A ₇ | 1,01 | 0,24 |

Continuación tabla 5.9 Distribución de gastos medios por tramo.

| Tramo | Área | Área de influencia (Ha) | Gasto medio (lps) |
|--------------|----------------|--------------------------------|--------------------------|
| C – G | $A_6 + A_8$ | 11,71 | 2,76 |
| C – D | A_{10} | 1,14 | 0,27 |
| D - H | $A_9 + A_{11}$ | 7,2 | 1,7 |

A continuación se muestra en la tabla 5.10 el resumen de los cálculos por medio del análisis del gasto máximo horario. (Ver plano contenido en el apéndice E.1). Cabe destacar que los detalles de cálculos de cada columna están ubicados en el apéndice F.

Tabla 6. 1 Cálculo de las presiones en la red ramificada para el caso de análisis de caudal máximo horario (Qmh).

| TRAMO | LONGITUD (m) | Qmh (LPS) | Q TRÁNSITO (LPS) | MATERIAL | Ø (mm) | α | J (m) | ΣJ (m) | COTA TERRENO | | PRESIÓN ESTÁTICA | | PRESIÓN DINÁMICA | |
|----------|--------------|-----------|------------------|----------|--------|-----------|-------|----------------|--------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| EST. - A | 30 | - | 105,53 | PEAD | 300 | 0,(6)5939 | 0,20 | 0,20 | 122,28 | 69,23 | - | 53,05 | - | 52,85 |
| A - E | 957 | 27,28 | 27,28 | PEAD | 150 | 0,(4)2185 | 16,20 | 16,40 | 69,23 | 68,00 | 53,05 | 54,00 | 52,85 | 37,06 |
| A - B | 206 | 0,78 | 29,47 | PEAD | 150 | 0,(4)2185 | 3,91 | 4,11 | 69,23 | 67,89 | 53,05 | 54,39 | 52,85 | 50,28 |
| B - F | 904 | 13,16 | 13,16 | PEAD | 100 | 0,(3)1932 | 30,25 | 34,36 | 67,89 | 67,92 | 54,39 | 54,36 | 50,28 | 20,00 |
| B - C | 219 | 6,75 | 15,53 | PEAD | 150 | 0,(4)2185 | 1,15 | 5,26 | 67,89 | 66,24 | 54,39 | 56,04 | 50,28 | 50,78 |
| C - G | 637 | 8,63 | 8,63 | PEAD | 100 | 0,(3)1932 | 1,06 | 6,32 | 66,24 | 66,03 | 54,04 | 56,25 | 50,78 | 49,93 |
| C - D | 223 | 0,84 | 6,15 | PEAD | 80 | 0,(3)3665 | 3,09 | 8,35 | 66,24 | 65,11 | 54,04 | 57,17 | 50,78 | 48,82 |
| D - H | 381 | 5,31 | 5,31 | PEAD | 80 | 0,(3)3665 | 3,93 | 12,28 | 65,11 | 65,48 | 57,17 | 56,80 | 48,82 | 44,00 |

Una vez obtenido los resultados mediante el análisis del caudal máximo horario, se puede notar que las presiones obtenidas cumplen con las fijadas por las normas del INOS.

Dependiendo de las presiones estáticas calculadas, se determinaran las clases de tuberías a ser utilizadas en la red planteada. Siguiendo con las normas COVENIN 3833 e ISO 4427, se tiene que para toda la red se necesita tuberías clase SDR 26 PE 100/1,25 (Ver apéndice D.1). Conversión de presiones para el diseño en la tabla 5.9.

Tabla 5.9 Conversión de las presiones estáticas para la selección de las clases de tuberías.

| Conversión: 1 mca = 1,422 psi | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------|
| Tramo | | P. Estática (mca) | | P. Estática (psi) | | Clase |
| EST | A | - | 53,05 | - | 75,44 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| A | E | 53,05 | 54,00 | 75,44 | 76,79 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| A | B | 53,05 | 54,39 | 75,44 | 77,34 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| B | F | 54,39 | 54,36 | 77,34 | 77,30 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| B | C | 54,39 | 56,04 | 77,34 | 79,69 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| C | G | 54,04 | 56,25 | 79,69 | 79,98 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| C | D | 54,04 | 57,17 | 79,69 | 81,29 | SDR 26 PE 100/1,25 |
| D | H | 57,17 | 56,80 | 81,29 | 80,77 | SDR 26 PE 100/1,25 |

En el apéndice E.2 se muestran los detalles (diámetro, longitud, clase y material de cada tramo) de la red de distribución proyectada.

Costo de tubería de la red de distribución

| Elemento | Ø (mm) | Clase | Costo Unitario(Bs.) | Cantidad (ml) | Costo Total (Bs) |
|-----------------|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|
| Tubo | 300 | SDR 26 PE 100/1,25 | 6.414,10 | 30 | 192.423,00 |
| Tubo | 150 | SDR 26 PE 100/1,25 | 5.908,56 | 1.382 | 8.165.629,92 |
| Tubo | 100 | SDR 26 PE 100/1,25 | 4.475,37 | 1.541 | 6.896.545,17 |
| Tubo | 80 | SDR 26 PE 100/1,25 | 3.906,55 | 604 | 2.359.556,20 |
| SUBTOTAL (Bs) | | | | | 17.614.154,29 |
| I.V.A | | | | | 2.113.698,56 |
| TOTAL | | | | | 19.727.852,80 |

Costo total del proyecto

| Elemento | Costo (Bs) |
|---------------------|----------------------|
| Línea de Impulsión | 40.607.470,86 |
| Equipo de Bombeo | 13.850.000,00 |
| Red de Distribución | 19.727.852,80 |
| Total | 74.185.323,66 |

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Alternativas de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Las Malvinas

Una vez identificados los elementos que conforman el sistema de abastecimiento actual y descrita la problemática que se presenta es preciso plantear alternativas que permitan mejorar el funcionamiento del sistema, por ende, sería una opción pertinente la instauración de un pozo profundo cercano al sector debido que en áreas adyacentes se pueden apreciar varios cuerpos hidrológicos como pequeños ríos y quebradas lo cual indica que el nivel freático de las aguas se podría conseguir a una profundidad cercana a la superficie; aunado a esto la creación de un estanque de almacenamiento y una red de distribución que sustituya la que actualmente está presente en el sector. Esta alternativa podría agruparse o englobar a sectores vecinos a Las Malvinas que también presentan un problema muy similar en lo que al agua potable se refiere.

Debido a la complejidad de diseño de la opción antes expuesta es necesario considerar otras alternativas más accesibles, dado que la fuente de abastecimiento (Río Orinoco) actual para la población es eficiente al poseer un gran caudal para el buen funcionamiento del sistema y no precisa de ninguna reestructuración, se sugiere el diseño de una línea de conducción que sustituya la que actualmente existe, además de proponer la creación de un estanque de almacenamiento secundario cercano al sector, y una red de distribución principal que satisfaga la demanda actual y la proyectada para el año 2.051.

Para solucionar en lo posible el problema de abastecimiento de agua potable al sector Las Malvinas, conociendo los elementos existentes y los necesarios para que el sistema funcione a un nivel recomendable se procederá a plantear una alternativa sustentable que sea apropiada para su ejecución. Esta alternativa es crear una línea de impulsión desde la planta de tratamiento hasta un estanque de almacenamiento adyacente al sector, tomando en cuenta la ruta más económica y mejor ubicada, además de realizar un estanque de almacenamiento que el sector no posee pero por sus características y su amplia población es necesaria. Este estanque estará ubicado en una zona muy cercana al sector en estudio para así tener un mejor acceso a él, así como también poder surtir de agua potable a los habitantes del populoso urbanismo. El estanque de almacenamiento contará con una capacidad necesaria para cumplir con las necesidades de abastecimiento que requiere la urbanización.

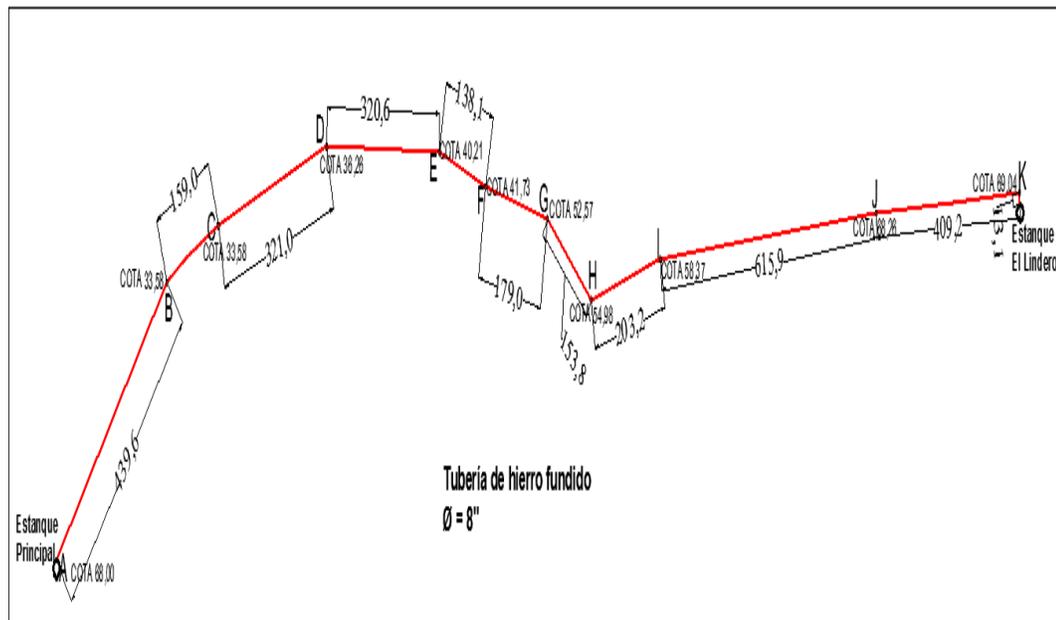
Este sistema también contará con una nueva red de distribución que abarque todo el sector, ya que la existente no cumple con las expectativas de un buen funcionamiento, posee muchas averías como derrames y fugas, tiene muchos tipos de materiales, diámetros, entre otros problemas, es decir es muy heterogénea. En algunos casos no llega hasta los sitios más alejados por los cuales los habitantes del sector tienen que acoplarse con tuberías que no son adecuadas. En las zonas de cotas más altas no alcanza a que el agua llegue con naturalidad y a la hora de salir por las tuberías no posee la presión necesaria.

6.1.1 Descripción de los elementos del sistema en la actualidad

La línea de impulsión actual está alimentada por una de las cuatro bombas de propulsión mecánica de 125 Hp de potencia, marca Emerson ubicadas en la planta de tratamiento. Está conformada por una tubería de hierro fundido de 8" (pulgadas) que va desde la planta de tratamiento hasta la locación del estanque del sector El Lindero, comprendiendo así una distancia aproximada de 3 kilómetros (3.000 metros). Dentro

del área donde se encuentra el estanque está presente un sistema de válvulas las cuales sirven de enlace para suministrar el agua a los sectores aledaños entre los cuales tenemos al sector Las Malvinas. A este sector se le suministra el agua a través de una tubería de hierro fundido de 6" (pulgadas) que va desde el estanque hasta la red de distribución del sector haciendo un recorrido de 640 metros aproximadamente. (Ver detalle de la línea de impulsión actual apéndice A.10)

Vista de planta de la tubería de impulsión actual



Cabe destacar que esta tubería por ser de hierro fundido posee gran desgaste tanto en su interior como el exterior debido a que ya ha cumplido su vida útil, generando así residuos (óxido) que provocan la mala calidad del agua así como también averías y fugas puntuales a lo largo de esta línea. Además se pudo constatar que a lo largo de la tubería en algunos sectores se le sustrae agua con tomas ilegales, como por ejemplo en el sector La Peña; esto conlleva a que el flujo no logre el caudal ni presión necesarios para los sectores más alejados entre los cuales se encuentra el sector Las Malvinas.

Es preciso mencionar que el sector no cuenta con un estanque de almacenamiento ya que el existente está fuera de funcionamiento por lo cual el suministro de agua al sector en estudio es directamente impulsado de la planta de tratamiento.

La red de distribución que se encuentra actualmente en el sector es de forma ramificada, la cual está sustentada por una tubería de 6" (pulgadas) de hierro fundido que va desde el estanque del sector El Lindero hasta un empalme de 4" (pulgadas) a otra tubería en la periferia del sector. De esta última se ramifican, hasta un cierto punto ya adentrados en el sector, tuberías principales de 2" y ¾" (pulgadas), teniendo como tomas domiciliarias acoples de ¾", 1", y ½" (pulgada) habitualmente. (Datos suministrados por el personal de C.V.G.-Soledad).

En el plano suministrado por el personal de C.V.G.-Soledad (ver apéndice H), se muestra que esta red no cubre completamente el sector y debido al crecimiento poblacional muchos habitantes han realizado empalmes de las tuberías existentes hasta las zonas un poco más alejadas. Esto provoca que hayan fugas y baje la calidad de servicio de agua en todo el sector. Estos empalmes son de diferentes materiales (hierro galvanizado, hierro fundido, pvc, pead, entre otros) y diámetros (2", 1", ¾" y ½" pulgadas).

Dado a los resultados de las encuestas realizadas en el sector (ver sección 5.1 Diagnostico de la situación actual del servicio de agua potable del sector en estudio) se tiene que la mayoría del sector carece de una buena calidad de servicio en general, indicando que el agua no les llega con regularidad, el servicio es muy interrumpido, no tiene buena presión ni caudal, entre otros inconvenientes.

Expuesta toda la problemática se procede al diseño de los elementos necesarios para que el sistema cumpla con su función principal que es llevar el agua potable a todos los habitantes del sector.

6.2 Diseño de los elementos del sistema de agua potable que surte el sector Las Malvinas

Debido a que algunos elementos que conforman el actual sistema de abastecimiento de aguas blancas que surte al sector Las Malvinas ya cumplieron su vida útil, así como también poseen varias averías y fallas es preciso el diseño de nuevos elementos que sustituyan los que existen actualmente.

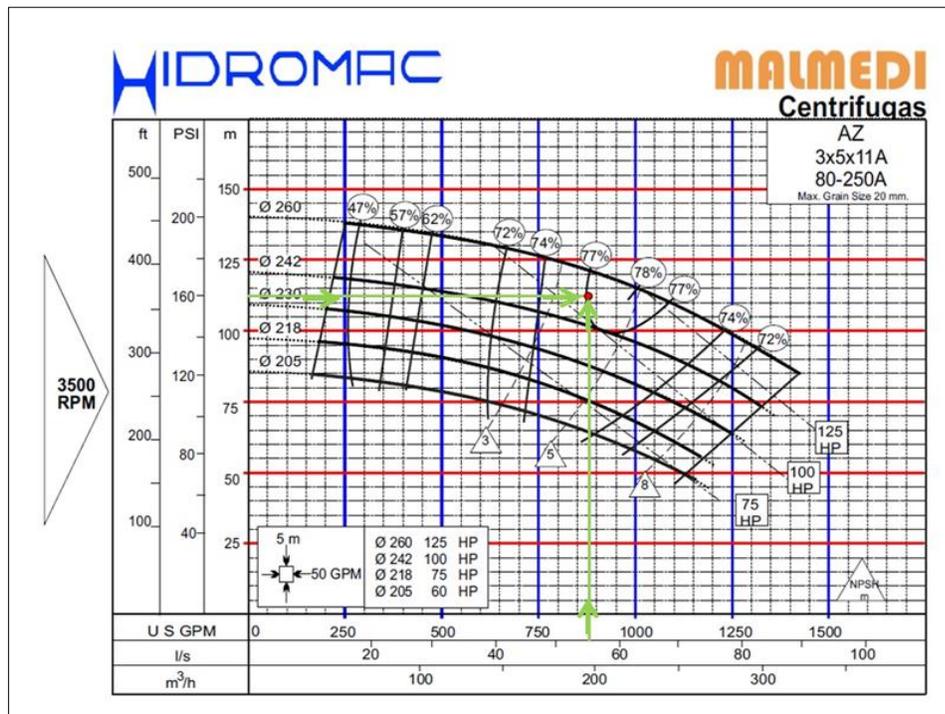
6.2.1 Línea de impulsión

Sabiendo que la línea de impulsión actual posee numerosas fallas e inconvenientes al momento de trasladar el agua al sector se procede a realizar el diseño de una nueva línea de impulsión que asegure un óptimo servicio.

La nueva línea de impulsión tendrá las siguientes especificaciones:

- Posible ruta más económica. (ver plano de ubicación de la línea de impulsión). Teniendo una longitud de 3.921 m.
- Altura geométrica (Hg): Corresponde a la diferencia de cota entre el punto de inicio de la tubería de impulsión (68,00 m.s.n.m.) hasta la cota mínima del estanque del sector Las Malvinas (122,28 m.s.n.m). Obteniendo esto en cuenta se tiene que $H_g = 54,33$ m.
- Caudal de diseño (Qd) será igual al caudal de bombeo el cual es de 54,33 lps.

- Material de la tubería será de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) debido a que el diseño de la tubería será enterrada además de ser más accesible económicamente y se posee una amplia disponibilidad en el mercado a la hora de la adquisición.
- Diámetro de 8" (pulgadas) o 200 mm.
- Pérdidas (J), $J = 56,12$ m.
- Altura manométrica (Hm) viene definida como la sumatoria entre la altura geométrica (Hg) y las pérdidas (J). $H_m = 110,4$ metros.
- Potencia del equipo de bombeo vendrá definido por las curvas características de las bombas que estén acorde a los requerimientos del sistema. Estos requerimientos son el caudal a bombear ($Q_b = 54,28$ ls) y la altura que debe alcanzar el agua o la altura manométrica ($H_m = 110,4$ m). de acuerdo a los datos suministrados se tiene la siguiente figura:



De la figura anterior se tienen las características de la bomba las cuáles serán las siguientes:

- Bomba centrífuga marca MALMEDI de la línea AZ.
- Modelo 80-250A.
- Medidas 3x5x11A.
- Diámetro máximo de descarga 260 mm.
- Potencia = 125 Hp.
- Eficiencia = 77%.
- Velocidad máxima de trabajo= 3500 RPM.

El costo total de la bomba será de Bs 13.850.00 según el presupuesto otorgado por la empresa Hidrobombas. (Ver apéndice G)

- Clases de tuberías. Usando tuberías PEAD fabricadas bajo la Norma COVENIN 3833 e ISO 4427, se denominan SDR y dependen de las presiones actuantes (Ver tabla 5.5). Las clases de tuberías seleccionadas se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5.8 Resumen de las especificaciones de cada tramo de la línea de impulsión.

| Tramo | Longitud (m) | Diámetro (mm) | Clase (SDR) |
|-------|--------------|---------------|------------------|
| A - B | 229,96 | 200 | 13,6 PE 100/1,25 |
| | 209,67 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| B - C | 158,96 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| C - D | 321,04 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| D - E | 320,63 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| E - F | 75,72 | 200 | 17 PE 100/1,25 |
| | 62,38 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| F - G | 178,99 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| G - H | 313,73 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| H - I | 620,83 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| I - J | 258,49 | 200 | 21 PE 100/1,25 |
| | 280,22 | 200 | 23 PE 100/1,25 |
| J - K | 406,68 | 200 | 23 PE 100/1,25 |
| K - L | 71,18 | 200 | 23 PE 100/1,25 |
| | 153,88 | 200 | 33 PE 100/1,25 |
| | 208,99 | 200 | 33 PE 80/1,25 |
| | 50,57 | 200 | 33 PE 80/1,6 |

Para ver más detalles sobre la red de distribución ver el plano de vista de planta y detalles de la línea de impulsión (Apéndice 4)

- Costo total de la tubería de impulsión. Análisis económico: los precios de las tuberías se reflejan en la tabla 5.9, para la cual se recibió una cotización el 03 de noviembre de 2016 por parte de la Asoc. Coop. Imposervicio Valencia, R.L. (Ver apéndice D.2).

Tabla 5.9 Costo de tuberías para la línea de impulsión.

| ELEMENTO | DIÁMETRO (mm) | CLASE DE TUBERÍA (SDR) | COSTO UNITARIO DE C/CLASE (Bs./ml) | CANTIDAD (ml) | COSTO TOTAL DE TUBERÍA (Bs.) |
|------------------------------|---------------|------------------------|------------------------------------|---------------|------------------------------|
| TUBO | 200 | 13,6 PE 100/1,25 | 15.475,37 | 143,91 | 2.227.060,50 |
| TUBO | 200 | 17 PE 100/1,25 | 13.906,55 | 1.175,04 | 16.340.752,51 |
| TUBO | 200 | 21 PE 100/1,25 | 8.4414,10 | 1431,34 | 12.044.868,29 |
| TUBO | 200 | 26 PE 100/1,25 | 6.953,28 | 758,08 | 5.271.142,50 |
| TUBO | 200 | 33 PE 100/1,25 | 5.562,62 | 153,88 | 855.975,97 |
| TUBO | 200 | 33 PE 80/1,25 | 4.908,56 | 208,99 | 1.025.833,95 |
| TUBO | 200 | 33 PE 80/1,6 | 3.644,19 | 50,57 | 184.286,69 |
| SUB TOTAL Bs. 37.949.920,41 | | | | | |
| I.V.A (12%) Bs. 4.350.800,45 | | | | | |
| TOTAL 40.607.470,86 | | | | | |

6.2.2 Estanque de Almacenamiento

De acuerdo con lo previsto en esta investigación el sector no cuenta con un estanque de almacenamiento por lo tanto se procederá a realizar el diseño de un estanque que cumpla con las especificaciones necesarias para satisfacer las necesidades en todo el sector, garantizando la capacidad de almacenamiento de agua durante las veinticuatro (24) horas del día y así suministrarla en óptimas condiciones al sector de Las Malvinas sin interrupciones.



Ubicación del estanque

Se tomará el diseño del estanque de almacenamiento que se explicó en el capítulo anterior ya que este cumple con todas las expectativas necesarias el cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.8 Capacidad requerida del estanque de almacenamiento.

| Sector | Las Malvinas – Soledad |
|---|-------------------------------|
| Dotación (lts/hab/día) | 400 |
| Habitantes | 3.912 |
| Qm (lts/día) | 1.564.800 |
| Qm (40%) (lts) | 625.920 |
| Reserva por compensación de bombeo (25% del día) (lts) | 391.200 |
| Total (lts) | 2.581.920 |
| Total (m³) | 2.581,92 |

Se adoptará una capacidad de 2.600 m³ para el almacenamiento del agua la cual compensará los requerimientos del sector Las Malvinas.

6.1.3 Red de distribución

Las redes existentes en el sector Las Malvinas ya han cumplido con su tiempo útil y en su mayoría se encuentran deterioradas. Para mejorar esta parte del sistema se plantea el diseño de una nueva red principal con el fin de satisfacer la demanda de agua requerida por la población y lograr las presiones de servicio mínimas que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda, (según las normas INOS).

Para efectos de este diseño se planteará una red ramificada, la cual, se extiende abarcando todo el sector y se describió con toda amplitud en el capítulo anterior y se puede resumir en la siguiente tabla:

Tabla 6. 2 Cálculo de las presiones en la red ramificada para el caso de análisis de caudal máximo horario (Qmh).

| TRAMO | LONGITUD (m) | Qmh (LPS) | Q TRÁNSITO (LPS) | MATERIAL | Ø (mm) | A | J (m) | ΣJ (m) | COTA TERRENO | | PRESIÓN ESTÁTICA | | PRESIÓN DINÁMICA | |
|----------|--------------|-----------|------------------|----------|--------|-----------|-------|--------|--------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| EST. - A | 30 | - | 105,53 | PEAD | 300 | 0,(6)5939 | 0,20 | 0,20 | 122,28 | 69,23 | - | 53,05 | - | 52,85 |
| A – E | 957 | 27,28 | 27,28 | PEAD | 150 | 0,(4)2185 | 16,20 | 16,40 | 69,23 | 68,00 | 53,05 | 54,00 | 52,85 | 37,06 |
| A – B | 206 | 0,78 | 29,47 | PEAD | 150 | 0,(4)2185 | 3,91 | 4,11 | 69,23 | 67,89 | 53,05 | 54,39 | 52,85 | 50,28 |
| B – F | 904 | 13,16 | 13,16 | PEAD | 100 | 0,(3)1932 | 30,25 | 34,36 | 67,89 | 67,92 | 54,39 | 54,36 | 50,28 | 20,00 |
| B – C | 219 | 6,75 | 15,53 | PEAD | 150 | 0,(4)2185 | 1,15 | 5,26 | 67,89 | 66,24 | 54,39 | 56,04 | 50,28 | 50,78 |
| C – G | 637 | 8,63 | 8,63 | PEAD | 100 | 0,(3)1932 | 1,06 | 6,32 | 66,24 | 66,03 | 54,04 | 56,25 | 50,78 | 49,93 |
| C - D | 223 | 0,84 | 6,15 | PEAD | 80 | 0,(3)3665 | 3,09 | 8,35 | 66,24 | 65,11 | 54,04 | 57,17 | 50,78 | 48,82 |
| D - H | 381 | 5,31 | 5,31 | PEAD | 80 | 0,(3)3665 | 3,93 | 12,28 | 65,11 | 65,48 | 57,17 | 56,80 | 48,82 | 44,00 |

Una vez obtenido los resultados mediante el análisis del caudal máximo horario, se puede notar que las presiones obtenidas cumplen con las fijadas por las normas del INOS.

Dependiendo de las presiones estáticas calculadas, se determinaran las clases de tuberías a ser utilizadas en la red planteada. Siguiendo con las normas COVENIN 3833 e ISO 4427, se tiene que para toda la red se necesita tuberías clase SDR 26 PE 100/1,25 (Ver apéndice D.1).

De acuerdo con este diseño se garantizará un servicio óptimo de agua potable para todo el sector en un futuro cercano así como también para los habitantes proyectados para el año 2.051.

A continuación se verá reflejado el costo de la tubería de la red de distribución planteada.

Costo de tubería de la red de distribución

| Elemento | Ø (mm) | Clase | Costo Unitario(Bs.) | Cantidad (ml) | Costo Total (Bs) |
|----------|-----------|--------------------|-------------------------|------------------|----------------------|
| Tubo | 300 | SDR 26 PE 100/1,25 | 6.414,10 | 30 | 192.423,00 |
| Tubo | 150 | SDR 26 PE 100/1,25 | 5.908,56 | 1.382 | 8.165.629,92 |
| Tubo | 100 | SDR 26 PE 100/1,25 | 4.475,37 | 1.541 | 6.896.545,17 |
| Tubo | 80 | SDR 26 PE 100/1,25 | 3.906,55 | 604 | 2.359.556,20 |
| | | | COSTO TOTAL (Bs) | | 17.614.154,29 |

En la siguiente tabla se da el costo total de la obra, tomando en cuenta los precios de la tubería de la línea de impulsión, el equipo de bombeo y la tubería de la red de distribución.

Costo total del proyecto

| Elemento | Costo (Bs) |
|---------------------|----------------------|
| Línea de Impulsión | 40.607.470,86 |
| Equipo de Bombeo | 13.850.000,00 |
| Red de Distribución | 19.727.852,80 |
| Total | 74.185.323,66 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Para la medición del servicio de agua potable suministrada al sector Las Malvinas, se realizaron una serie de entrevistas al personal encargado del funcionamiento, mantenimiento y vigilancia del sistema de abastecimiento de aguas claras los cuales comprenden personal de la empresa CVG-Soledad conjuntamente con los del departamento de Obras Públicas de la Alcaldía del Municipio Independencia, dando a conocer que para llevar el vital líquido a todos los sectores de la población se hacen cortes pautados en días específicos. En el caso del sector Las Malvinas los días que generalmente se presta el servicio son los martes y jueves por un periodo de 7 a 8 horas continuas. Este trabajo se realiza a través de un conjunto de válvulas de alimentación directa el cual consiste en abrir de manera manual las válvulas que alimentan a uno o varios sectores específicos mientras que se las otras permanecen cerradas.

2. Se realizaron una serie de encuestas estructuradas a 100 habitantes de distintas áreas del sector, realizándoles preguntas concernientes a la calidad del servicio prestado por el sistema de abastecimiento de agua potable actual arrojando los siguientes resultados:
 - La mayoría obtiene el agua a través de tuberías (73% de los encuestados).
 - Más de la mitad dice que el servicio es malo (67%) y regular (28%).
 - No se cuenta con medidores de agua. (100% dijo no poseer este elemento).
 - La presión de agua es relativamente baja (un 68% admitió esto) mientras que otros la consideran normal (un 32%).

- La totalidad de los encuestados (100%) aseguró que el servicio de agua es interrumpido.
 - La mayoría dijo que poseía tanques de almacenamientos (un 93%).
 - Un 85% de los encuestados aseguró que poseían bombas de agua.
3. Entre los lineamientos y parámetros para optimizar el sistema se pudo analizar el funcionamiento general e interacción entre los elementos que lo conforman y diagnosticar las condiciones del servicio de agua potable, los cuales sirvieron de referencia para determinar las características de consumo de agua en la población, donde se estableció que la población es una zona urbana debido a la cantidad de habitantes que posee, conformada en su mayoría por viviendas y pequeños comercios. La forma de abastecimiento, en gran parte de la población, es por medio de la red actual aunque hay sectores como el de Las Malvinas que están siendo abastecidos por medio de cisternas.
4. El tamaño de la comunidad se realizó por medio de una estimación poblacional para el año 2.051 por el método lineal y el método geométrico, utilizando como base los resultados de los censos aplicados a la población para los años 2.001 y 2.011 por el INE, los resultados de las proyecciones fueron los siguientes:

| Población proyectada para la población de Soledad | | Población proyectada para la El sector Las Malvinas | |
|---|---------------|---|---------------|
| Año | Método Lineal | Año | Método Lineal |
| 2.051 | 45.516 | 2.051 | 3.912 |

De acuerdo con la tendencia de crecimiento de la población y el sector se optó por tomar la proyección por el método lineal, debido al desarrollo lento que ha presentado la población.

5. El sistema actual de aguas claras que alimenta al sector de Las Malvinas está compuesto por una fuente superficial no regulada de caudal promedio anual oscilante entre los 33.000 y 35000 m³/seg. El sistema de obra de captación dispone de una balsa toma la cual cuenta con 2 bombas sumergibles (una de 300 hp y otra de 250 hp respectivamente), y tuberías de Ø=12 pulgadas.
6. La tubería de la línea de impulsión hacia la planta de tratamiento es de 12 pulgadas de diámetro, de hierro fundido, se encuentra de manera superficial. La planta de tratamiento es de tipo compacta la cual está compuesta por los siguientes elementos: dosificador de sulfato, dosificador de cal (no está en funcionamiento), 2 sedimentadores, laboratorio de ensayos y pruebas (funciona irregularmente), un dosificador de cloro y dos filtros de los cuales solo uno está en funcionamiento. En esta planta el agua pasa por tres etapas de potabilización: el primero incluye los procesos de coagulación y mezclado (mezcla rápida) y la floculación (mezcla lenta), la segunda incluye la sedimentación para su inserción en el filtro y por último la estabilización y desinfección (aplicación del cloro).
7. El estanque principal de almacenamiento es de hierro fundido y cuenta con una capacidad de 3.260 m³ y está a una elevación de 98 m.s.n.m. (nivel medio de las aguas) y a 68.00 m.s.n.m en el terreno. Además de esto cuenta con 4 bombas de 125 hp cada una de las cuales solo 3 están en funcionamiento. Estas bombas alimentan a la línea de impulsión que distribuye el agua a la población.

8. La línea de impulsión está constituida por una tubería de hierro fundido la cual se encuentra enterrada en un 90% teniendo un diámetro principal de 12 pulgadas, correspondiente a las zonas más bajas y de 8 pulgadas en las zonas más altas. Esta tiene una llegada donde está el estanque del sector El Lindero donde hay un sistema de válvulas que alimentan los sectores aledaños, entre estos esta Las Malvinas, la cual a su vez alimenta la red de distribución con una tubería de hierro fundido de 6 pulgadas.
9. La red de distribución que se encuentra en el sector a estudiar es de tipo ramificada constituida por diferentes diámetros que van desde 4", 2" y 3/4" (pulgadas) y de distintos materiales como hierro galvanizado, PVC y hierro fundido.
10. Se pudo observar que el estado de la obra de captación (Balsa toma) no es adecuado, posee mucho desgaste en sus instalaciones así como registros de oxidación en las partes metálicas y el estado deplorable del sistema eléctrico que alimenta a las bombas. Las tuberías de impulsión que van hacia la planta de tratamiento poseen muchas fugas. Las tuberías que alimentan a la planta de tratamiento poseen varias averías como fugas y desgaste por falta de mantenimiento o por culminación de su vida útil. Los dosificadores de cal no funcionan y solo cuenta con el dosificador de sulfato lo cual proporciona una calidad de agua muy deficiente para el consumo humano. Otros inconvenientes observados en la planta de tratamiento fueron los estados de los 2 sedimentadores, su funcionamiento es normal pero poseen algunas grietas y fugas al igual que los 2 filtros de los cuales cabe mencionar que solo uno está en funcionamiento y que por falta de un buen mantenimiento su funcionamiento no es el adecuado.

11. La línea de impulsión posee varios empalmes en su ruta que le sustraen agua antes de llegar al sistema de válvulas que alimentan la red de distribución provocando así que la presión y caudal no sean suficientes para surtir al sector, esencialmente a las zonas con cotas más elevadas.
12. En general, el sistema de red de distribución no funciona eficientemente. Esta red no cuenta con una planificación general dado que su conformación es muy heterogénea, es decir, posee distintos diámetros, materiales, empalmes no adecuados, entre otros problemas, provocando así que no se cumpla con la función principal que es llevar el agua a las viviendas. Asociado a esto se encuentra la poca presión y el caudal percatado por la red y algunas fugas puntuales que esta posee.
13. El caudal de diseño de acuerdo a la población determinada corresponde a una dotación igual a 400 litros/habitantes por día, obteniéndose un $Q_m = 18,11$ lts/seg, $Q_{md} = 22,64$ lts/seg y un $Q_{mh} = 56,60$ lts/seg.
14. Los requerimientos teóricos para que el sistema cumpla con normalidad y posea un buen funcionamiento viene dado por el cálculo de los elementos que conforman dicho sistema de acuerdo a sus especificaciones, caudales de diseño, entre otros. Requiere una fuente de abastecimiento que goce de un caudal mínimo de 18, 11 lts/seg o el caudal medio (Q_m), una obra de captación que genere un caudal igual al caudal máximo diario (Q_{md}) que es igual a 22,64 lts/seg. Este mismo caudal se transmitirá desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento así como también la planta de tratamiento tiene que poseer un mínimo de ese caudal. Para el diseño de la línea de impulsión se propuso el diseño de una nueva línea de conducción que sustituya en su totalidad la que actualmente existía la cual contará con una longitud de 3.912,81 metros de tubería, en la cual se realizó un análisis en

donde se obtuvieron diámetros de 200 mm (8") de PEAD, por su fácil manejo, bajo costo y resistencia a las presiones generadas. Asignándole a cada tramo de acuerdo a los cálculos realizados tuberías de clase 17 y 13,6, dependiendo sea el caso, todo esto basado en las normas COVENIN 3833 e ISO 4427.

15. El estanque de almacenamiento secundario tendrá como objetivo principal garantizar la capacidad de almacenamiento de agua a todo el sector. Se proyectó una capacidad de 2581,92 m³. Estará ubicado en las cercanías del sector a una elevación mínima de 122,28 m.s.n.m.
16. La red planteada funcionará como arteria principal, con tuberías de PEAD y diámetros que varían desde 80 mm hasta 300 mm extendiéndose hasta las zonas más alejadas del sector.
17. Para solucionar el abastecimiento de agua potable al sector Las Malvinas se procedió a exponer varias alternativas de solución de las cuales la más factible (por ejecución, economía y planeación) fue la instauración de un nuevo sistema de abastecimiento de aguas claras que solventará la población actual y la proyectada para el año 2051. Se propuso una nueva línea de impulsión que sustituya la que actualmente existe que vaya desde la planta de tratamiento hasta un estanque de almacenamiento ubicado en un sitio estratégico cercano al sector el cual surtirá a una nueva red de distribución que sustituya la que opera actualmente. Cabe destacar que el sector no cuenta con un estanque de almacenamiento por ende esta solución adecuada. Para el diseño de esta propuesta se implementará el que se desarrolló en los requerimientos necesarios para el sistema ya que concuerda con las necesidades esenciales para llevar el agua potable a todo el sector.

Recomendaciones

1. Realizar mantenimientos, reparaciones y mejoras tanto a la obra de captación (balsa toma), línea de impulsión de la balsa toma a la planta de tratamiento y haciendo un énfasis a la planta de tratamiento, específicamente a los dosificadores, sistema de filtros y sedimentadores con el objeto de mejorar la calidad de agua suministrada a la población.
2. Es necesario que los organismos responsables realicen mantenimiento y reparación de fugas presentadas en la línea de impulsión hacia la planta de tratamiento con el fin de disminuir las pérdidas de presión y contribuir con el ahorro del preciado líquido.
3. Realizar instalaciones de medidores de agua en las tomas domiciliarias para así tener un mayor control de consumo en la población.
4. Ejecutar un estudio general del sistema de abastecimiento de agua potable de toda la población de Soledad para así poder conocer qué medidas se deben implementar para mejorar los componentes que dignifiquen el servicio de agua.
5. Proponer a las autoridades competentes, tanto municipales, estatales y nacionales la contribución con el personal encargado de velar por la vigilancia, funcionamiento y mantenimiento del sistema, con ayudas económicas, bienes, equipos técnicos, movilización proyectos, entre otros.
6. Realizar nuevos planos de ubicación de tuberías, especificaciones, cotas del terreno y demás elementos que faciliten a los organismos competentes personal autorizado y población en general que a la hora de alguna eventualidad se tengan presentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias, Fidas G. (1999). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Guia para su Elaboración. 3era Edición. Caracas, Venezuela. (p. 29).

Arias, Fidas G. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Introducción a la metodología científica. 5ta Edición. Caracas, Venezuela. (p. 81).

Arocha R., Simón. (1997). **ABASTECIMIENTOS DE AGUA TEORIA Y DISEÑO**. Ediciones Vega Venezuela. Primera edición. (pp. 3-30, 31-85).

Balestrini, M. (2002) **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. 2da Edición. Caracas, Venezuela: Editorial BL Consultores Asociados. (p. 25).

Carpavire L., Danny A. y Albino G., Yoslen J. (Noviembre 2010). **EVALUACIÓN DEL SISTEMA D ABASTECIMIENTO DE AGUAS CLARAS DE LA POBLACIÓN SAN JOSÉ DE GUARIBE, ESTADO GUÁRICO**. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar: Universidad de Oriente. (pp. 71-116).

Guinot, Cinta. (2008). **MÉTODOS, TÉCNICAS Y DOCUMENTOS UTILIZADOS EN TRABAJO SOCIAL**. (p. 100, p. 102). [http://books.google.co.ve/books?id=_6ZTgIa9gF4C&printsec=frontcover&dq=cinta+guinot&hl=es&sa=X&ei=7aSgU6KzNtWysQTNjAE&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=cinta%20guinot&f=false].

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela., Ministerios de Sanidad y Asistencia Social y Desarrollo Urbano., **NORMAS SANITARIAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA EL DESARROLLO URBANÍSTICO**. Caracas/ Venezuela. 02 de Junio de 1989. Número 4.013 Extraordinario.

López Malavé, Raúl José. (Enero 2009). **DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES SANTA FE Y CAPACHAL, PÍRITU, ESTADO ANZOÁTEGUI**. Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui: Universidad de Oriente. (pág. 56-71).

León Romero, Ivette Andrea. (Enero 2013). **DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS BLANCAS Y RECOLECCIÓN DE AGUAS NEGRAS PARA LA COMUNIDAD EL HUEQUITO, UBICADA EN TURGUA, SECTOR MONTEROLA, MUNICIPIO EL HATILLO, ESTADO MIRANDA, VENEZUELA**. Universidad Nueva Esparta. (pág. 23-35).

Sabino, Carlos. (1992). **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela. (p. 56). [<http://ebookbrowse.net/el-proceso-de-investigacion-cientifica-carlos-sabino-doc-d139928355>].

Wikimedia Commons. **Soledad**. 14 de Marzo de 2016. [<http://wikipedia.com/soledad-amzoategui>]

APÉNDICES

APÉNDICE A
FORMATO DE ENCUESTA SOBRE EL SERVICIO DEL AGUA

A. 1 Formulario de la encuesta

ENCUESTA SOBRE EL SERVICIO DE AGUA EN EL SECTOR LAS MALVINAS DE LA POBLACIÓN DE SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI.

N° DE PERSONAS ENCUESTADAS: 100 Personas

Marque el óvalo correspondiente a su respuesta

1. ¿De qué forma obtiene usted el agua potable?

- Cisterna
- Lluvia
- Tubería
- Otros

2. ¿Cómo es el servicio de agua potable en general para usted?

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

3. ¿Cuenta usted con medidor de agua?

- Si
- No

4. ¿Cómo es la presión del agua?

- Baja
- Normal

- Alta

5. ¿Con qué frecuencia recibe usted el servicio de agua potable?

- Continuo

- Interrumpido

6. ¿Cuenta usted con con estanque de almacenamiento?

- Si

- No

7. ¿Cuenta usted con bomba de agua?

- Si

- No

APÉNDICE B
PLANO DE UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN Y TRAZADO DE
LA LÍNEA DE IMPULSIÓN

APÉNDICE C
PLANOS DE DETALLES DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN

C. 1 PERFIL LONGITUDINAL DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN.

**C. 2 VISTA DE PLANTA DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN
Y DETALLES.**

APÉNDICE D
TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA LA
CONDUCCIÓN DE LÍQUIDOS

**D. 1 CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS DE
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.**

**D. 2 COTIZACIÓN RECIBIDA POR LA ASOC. COOP.
IMPOSERVICIO VALENCIA, R.L.**

APÉNDICE E
PLANOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS CLARAS
AL SECTOR LAS MALVINAS

**E. 1 VISTA DE PLANTA DE LA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUAS CLARAS TIPO
RAMIFICADA CON LAS ÁREAS DE INFLUENCIA.**

**E. 2 DETALLES DE LA RED RAMIFICADA
(LONGITUD, DIÁMETROS Y CLASES DE CADA
TRAMO).**

APÉNDICE F
CÁLCULOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

F. 1 Gasto medio

Se considera una población total de 3.912 habitantes y una dotación de 400 lts/hab/día.

$$Q_m = \frac{3.912 \times 400}{86.400} = 18,11 \text{ lts/seg}$$

$$Q_m = 18,11 \text{ lts/seg}$$

F. 2 Cálculo de las áreas

Para el cálculo de las áreas es preciso tener en cuenta los croquis identificando los nodos, tramos, longitudes y áreas.

Croquis de ubicación de las áreas de influencia, tramos y nodos de la red de distribución



Dado a que los planos están digitalizados y usando el programa de AUTOCAD 2012 se obtienen los diferentes valores de las áreas correspondientes a la red de distribución las cuales se especifican en la siguiente tabla.

| Área de influencia | Valor del área (Ha) |
|--------------------|--------------------------|
| A1 | 27,26 |
| A2 | 9,72 |
| A3 | 9,67 |
| A4 | 1,04 |
| A5 | 8,15 |
| A6 | 6,60 |
| A7 | 1,01 |
| A8 | 5,11 |
| A9 | 3,72 |
| A10 | 1,14 |
| A11 | 3,48 |
| | ∑Áreas = 76,90 Ha |

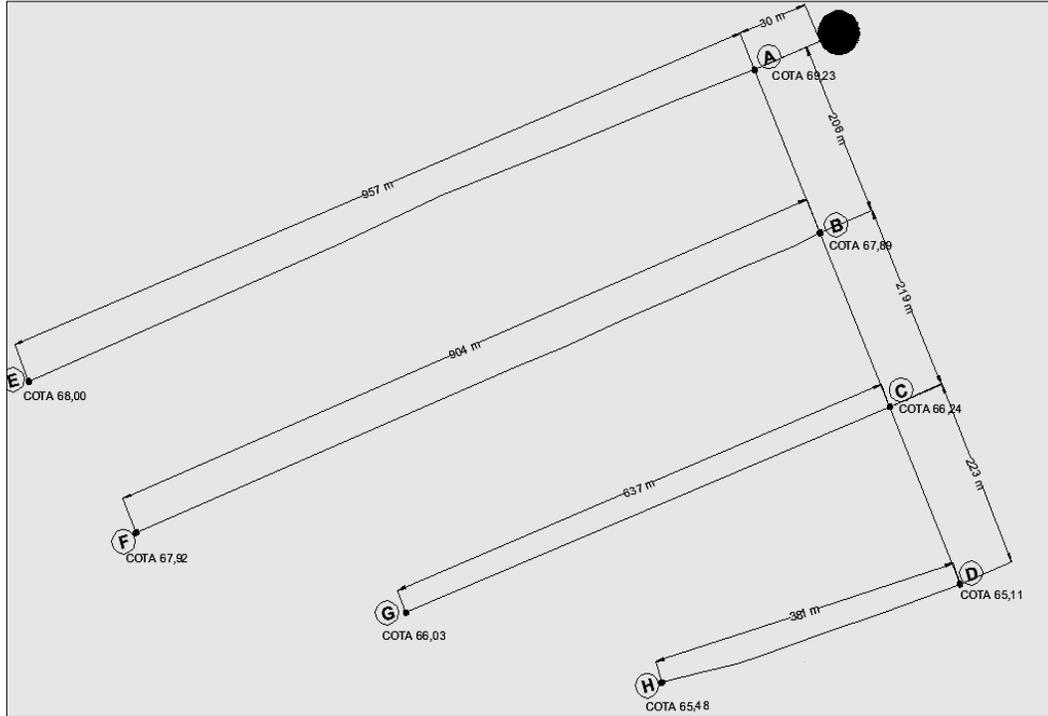
F. 3 Densidad poblacional

$$Densidad\ Poblacional = \frac{Población\ Proyectada}{Total\ de\ Hectáreas\ del\ sector}$$

$$Densidad\ Poblacional = \frac{3.912\ hab}{76,90\ Ha} = 51\ hab/Ha$$

F. 4 Longitudes de cada tramo

En la siguiente figura se muestran las distancias entre los nodos así como las cotas de cada uno.



En la siguiente tabla se muestran las longitudes de cada tramo de la red de distribución.

| Tramo | Longitud (m) |
|--------------|--------------|
| Estanque – A | 30 |
| A – E | 957 |
| A – B | 206 |
| B – F | 904 |
| B – C | 219 |
| C – G | 637 |
| C – D | 223 |
| D – H | 381 |

F. 5 Áreas correspondientes a cada tramo

En la siguiente tabla se muestran las áreas que influyen en cada tramo.

| |
|----------------------------|
| Estanque – A = 0 |
| A – E = A1 + A2 = 36,98 Ha |
| A – B = A4 = 1,04 Ha |
| B – F = A3 + A5 = 17,82 Ha |
| B – C = A7 = 1,01 |
| C – G = A6 + A8 = 11,71 Ha |
| C – D = A10 = 1,14 Ha |
| D – H = A9 + A11 = 7,20 Ha |

La red está comprendida por 8 tramos.

F. 6 Cálculo de los gastos medios de cada tramo (Q_{mTramo})

$$Q_{mTramo} = \frac{(\text{Área de tramo} \times \text{densidad de población}) \times \text{dotación}}{86.400 \text{ seg/día}}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se tiene que:

| Tramo | Qm (lps) |
|--------------|----------|
| Estanque – A | 0 |
| A – E | 8,73 |
| A – B | 0,25 |
| B – F | 4,21 |
| B – C | 0,24 |
| C – G | 2,76 |
| C – D | 0,27 |
| D – H | 1,70 |

F. 7 Cálculo de los Caudales máximos diarios de cada tramo (Qmd_{Tramo})

$$Qmd_{Tramo} = K_1 \times Qm_{Tramo} \quad ; \quad K_1 = 1,25$$

| Tramo | Qmd (lps) |
|--------------|-----------|
| Estanque – A | 0 |
| A – E | 10,91 |
| A – B | 0,31 |
| B – F | 5,26 |
| B – C | 0,30 |
| C – G | 3,45 |
| C – D | 0,34 |
| D – H | 2,13 |

F. 8 Cálculo de los Caudales máximos horarios (Qmh_{Tramo})

$$Qmh_{Tramo} = 2,5 \times Qmd_{Tramo}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula tenemos que:

| Tramo | Qmh (lps) |
|--------------|-----------|
| Estanque – A | 0 |
| A – E | 27,28 |
| A – B | 0,78 |
| B – F | 13,15 |
| B – C | 0,75 |
| C – G | 8,63 |
| C – D | 0,85 |
| D – H | 5,33 |

F. 9 Cálculo del caudal de tránsito o caudal de diseño (Qt o Qd)

| |
|--|
| $Qt_{(EST - A)} = \sum \text{Todos los } Qt_i = 105,63 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(A - E)} = Qmh_{(A - E)} = 27,28 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(A - B)} = Qmh_{(A - B)} + Qmh_{(B - F)} + Qmh_{(B - C)} + Qmh_{(C - G)} + Qmh_{(C - D)} + Qmh_{(D - H)} = 29,49 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(B - F)} = Qmh_{(B - F)} = 13,16 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(B - C)} = Qmh_{(B - C)} + Qmh_{(C - G)} + Qmh_{(C - D)} + Qmh_{(D - H)} = 15,56 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(C - G)} = Qmh_{(C - G)} = 8,63 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(C - D)} = Qmh_{(C - D)} + Qmh_{(D - H)} = 6,18 \text{ lps}$ |
| $Qt_{(D - H)} = Qmh_{(D - H)} = 5,33 \text{ lps}$ |

F. 10 Cálculo del Caudal del ábaco (Qábaco)

Material PEAD \longrightarrow C=140

$$Q_{\text{ábaco}} = \frac{Qt}{K_c} \quad ; \quad K_c = 1,365$$

| Tramo | Qábaco |
|--------------|--------|
| Estanque – A | 77,38 |
| A – E | 20,00 |
| A – B | 21,60 |
| B – F | 9,64 |
| B – C | 11,40 |
| C – G | 6,32 |
| C – D | 4,52 |
| D – H | 3,90 |

F. 11 Obtención de los diámetros (\emptyset)

Con los Qábaco se obtienen los \emptyset para cada tramo ingresando al ábaco para la selección de diámetros económicos en redes de distribución de Simón Arocha R. (ver tabla 6.1)

| Tramo | \emptyset (mm) |
|--------------|------------------|
| Estanque – A | 300 |
| A – E | 150 |
| A – B | 150 |
| B – F | 100 |
| B – C | 150 |
| C – G | 100 |
| C – D | 80 |
| D – H | 80 |

F. 12 Cálculo de las pérdidas (J)

Para el cálculo de las pérdidas es necesario obtener los α (ver Tabla 3. 5 Valores del coeficiente en la fórmula $J=\alpha \times L \times Q^2$ para distintos valores de C.)

Para calcular las pérdidas se usará la ecuación $J=\alpha \times L \times Q^2$

Dónde:

L = Longitud del tramo

$$Q^2 = (Q_{\text{tramo}})^2$$

| Tramo | α | J (m) |
|--------------|-----------|-------|
| Estanque – A | 0,(6)5939 | 0,20 |
| A – E | 0,(4)2185 | 15,56 |
| A – B | 0,(4)2185 | 3,91 |
| B – F | 0,(3)1932 | 30,24 |
| B – C | 0,(4)2185 | 1,16 |
| C – G | 0,(3)1932 | 9,17 |
| C – D | 0,(3)3665 | 3,12 |
| D – H | 0,(3)3665 | 3,97 |

F. 13 Cálculo de las pérdidas acumuladas (ΣJ)

| |
|--|
| $\Sigma J_{(Est - A)} = J_{(Est - A)} = 0,20 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(A - E)} = J_{(A - E)} + J_{(Est - A)} = 15,76 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(A - B)} = J_{(A - B)} + J_{(Est - A)} = 4,11 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(B - F)} = J_{(B - F)} + J_{(A - B)} + J_{(Est - A)} = 34,35 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(B - C)} = J_{(B - C)} + J_{(A - B)} + J_{(Est - A)} = 5,27 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(C - G)} = J_{(C - G)} + J_{(A - B)} + J_{(B - C)} + J_{(Est - A)} = 14,44 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(C - D)} = J_{(C - D)} + J_{(A - B)} + J_{(B - C)} + J_{(Est - A)} = 8,39 \text{ m}$ |
| $\Sigma J_{(D - H)} = J_{(D - H)} + J_{(A - B)} + J_{(B - C)} + J_{(C - D)} + J_{(Est - A)} = 12,36 \text{ m}$ |

F. 14 Cotas del terreno

Para efectos del diseño se asumirá el estanque con una altura de 25 m. la cota del terreno donde se fundara el estanque es de 69,98, por lo tanto la cota inicial será de 94,85

Tabla F. 1 Cotas del terreno de cada nodo (en metros).

| | | |
|--------------|-------|-------|
| Estanque – A | 94,85 | 69,23 |
| A – E | 69,23 | 68,00 |
| A – B | 69,23 | 67,89 |
| B – F | 67,89 | 67,92 |
| B – C | 67,89 | 66,24 |
| C – G | 66,24 | 66,03 |
| C – D | 66,24 | 65,11 |
| D – H | 65,11 | 65,48 |

F. 15 Presión Estática (PE)

$$PE = \text{Cota del estanque} - \text{Cota del nodo}$$

Teniendo como cota del estanque igual a 94,85 metros, se obtienen las presiones estáticas de cada nodo.

Tabla F. 2 Presiones Estáticas en cada nodo (en metros).

| | | |
|--------------|-------|-------|
| Estanque – A | 0 | 25,62 |
| A – E | 25,62 | 26,85 |
| A – B | 26,85 | 26,96 |
| B – F | 26,96 | 26,93 |
| B – C | 26,96 | 28,61 |
| C – G | 28,61 | 28,82 |
| C – D | 28,61 | 29,74 |
| D – H | 29,74 | 29,37 |

F. 16 Presión Dinámica (PD)

$$PD = PE - \text{Pérdida acumulada del nodo}$$

Tabla F. 3 Presiones Dinámicas en cada nodo (en metros).

| | | |
|--------------|-------|-------|
| Estanque – A | 0 | 25,42 |
| A – E | 25,42 | 11,09 |
| A – B | 25,42 | 22,85 |
| B – F | 22,85 | -7,42 |
| B – C | 22,85 | 23,34 |
| C – G | 23,34 | 14,38 |
| C – D | 23,34 | 21,35 |
| D – H | 21,35 | 17,01 |

F. 17 Verificación de la norma

El INOS establece en sus Normas (6), para la red de distribución: «las presiones resultantes deberán calcularse respecto al nivel de la calle en cada nodo. La presión máxima admisible en cualquier punto de la red es de 75 m y la mínima de 20 m calculadas con el nivel de agua en el estanque a mitad de altura».

Entonces como la presión dinámica mínima no debe exceder los 20 metros:

$$\text{Altura mínima del estanque} = \text{Cota del estanque} + \text{Déficit del estanque}$$

$$\text{Déficit del estanque} = \text{Presión dinámica mínima} - \text{Presión más desfavorable}$$

$$\text{Déficit del estanque} = 20 \text{ m} - (-7,42 \text{ m})$$

Déficit del estanque = 27,42 m

Altura mínima del estanque = (94,85 + 27,42)m = 122,27 m.

F. 18 Corrección de las presiones dinámicas y estáticas

Para las presiones estáticas corregidas se tomará la cota del estanque en 122,27 metros.

$$PE = \text{Cota del estanque} - \text{Cota del nodo}$$

Tabla F. 4 Presiones Estáticas corregidas (en metros).

| | | |
|--------------|-------|-------|
| Estanque – A | 0 | 53,04 |
| A – E | 53,04 | 54,27 |
| A – B | 53,04 | 54,38 |
| B – F | 54,38 | 54,35 |
| B – C | 54,38 | 56,03 |
| C – G | 56,03 | 56,24 |
| C – D | 56,03 | 57,16 |
| D – H | 57,16 | 56,79 |

Para las presiones dinámicas corregidas también se usará la misma fórmula
 $PD = PE - \text{Pérdida acumulada del nodo}$.

Tabla F. 5 Presiones dinámicas corregidas (en metros).

| | | |
|--------------|-------|-------|
| Estanque – A | 0 | 52,84 |
| A – E | 52,84 | 38,51 |
| A – B | 52,84 | 50,27 |
| B – F | 50,27 | 20,00 |
| B – C | 50,27 | 50,76 |
| C – G | 50,76 | 41,80 |
| C – D | 50,76 | 48,47 |
| D – H | 48,47 | 44,43 |

F. 19 Clases de tuberías para la red de distribución

Dependiendo de las presiones estáticas se determinan las clases de tuberías (Normas COVENIN 3833 e ISO 4427).

Las clases de tuberías se obtienen de la tabla de características de tubos de polietileno de alta densidad (ver apéndice D.1).

Para comparar las clases observadas en la tabla se deben transformar las presiones estáticas de metros a psi, (1 mca = 1,422 psi).

Tabla F. 6 Presiones estáticas en mca y psi.

| PE (mca) | PE (psi) |
|----------|----------|
| 57,16 | 81,28 |
| 56,79 | 80,76 |
| 56,24 | 79,98 |
| 56,03 | 79,67 |

Continuación Tabla F. 7 Presiones estáticas en mca y psi

| PE (mca) | PE(psi) |
|----------|---------|
| 54,38 | 77,32 |
| 54,35 | 77,29 |
| 54,27 | 77,17 |
| 54,04 | 76,84 |

Observando la tabla F.6 se puede constatar que la clase correspondiente para estas presiones será SDR 21 PE 100/1,25 por soportar presiones máximas hasta 63,29 mca o lo que es igual a 90 psi.

APÉNDICE G
PRESUPUESTO, ESPECIFICACIONES Y CURVA
CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO DE BOMBEO

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

| | |
|------------------|--|
| Título | ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR LAS MALVINAS DEL MUNICIPIO INDEPENDENCIA, SOLEDAD - ESTADO ANZOÁTEGUI. |
| Subtítulo | |

Autor(es)

| Apellidos y Nombres | Código CVLAC / e-mail |
|----------------------|----------------------------------|
| Bolívar D. Cherry K. | CVLAC 18.622.896 |
| | e-mail cherrybolivar24@gmail.com |
| | e-mail |
| Gómez G. Violimar J. | CVLAC 16.010.885 |
| | e-mail violijgomez@gmail.com |
| | e-mail |
| | CVLAC |
| | e-mail |
| | e-mail |
| | CVLAC |
| | e-mail |
| | e-mail |

Palabras o frases claves:

| |
|---------------------|
| Abastecimiento |
| Tubería |
| Abastecimiento |
| Línea de impulsión |
| Estanque |
| Red de distribución |
| Caudal |
| Agua |
| Suministro |
| Potable |

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

| Apellidos y Nombres | ROL / Código CVLAC / e-mail | |
|---------------------------------|-----------------------------|--|
| Prof. Carlos A. Pérez T. | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | 5.335.965 |
| | e-mail | caraugpertov@gmail.com |
| | e-mail | |
| Prof. Josefina Jiménez | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
| | CVLAC | 8.887.862 |
| | e-mail | jjimenez33@hotmail.com |
| | e-mail | |
| Prof. Beatriz Echeverría | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
| | CVLAC | 21.013.748 |
| | e-mail | echeverriabcc92@gmail.com |
| | e-mail | |
| | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |

Fecha de discusión y aprobación:

| Año | Mes | Día |
|------|-----|-----|
| 2018 | 01 | 17 |

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

| Nombre de archivo | Tipo MIME |
|-------------------|-----------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Alternativas de mejoramiento del sistema de

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: ABCDEFGHIJKLMNOPQRST
 UVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789-.-

Alcance:

Espacial:

(Opcional)

Temporal:

(Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Nivel Asociado con el Trabajo: INGENIERÍA CIVIL

Area de Estudio: PRE-GRADO

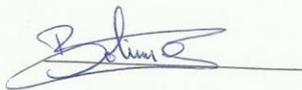
Institución(es) que garantiza(n) el título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

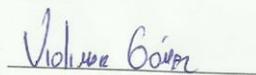
Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario”

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.



AUTOR 1



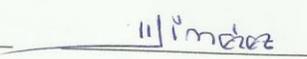
AUTOR 2



TUTOR



JURADO 1



JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:
