

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA ZONA ALTA DE PUERTO LA CRUZ (ESTACIÓN DE
BOMBEO LA CARAQUEÑA, ALIMENTADOR MONTE CRISTO), UBICADO
EN EL MUNICIPIO SOTILLO, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Autores:

**Andrea María Bravo Rodríguez
Luzmar Betania Rodríguez Miranda**

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito
parcial para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Barcelona, Noviembre del 2024

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA ZONA ALTA DE PUERTO LA CRUZ (ESTACIÓN DE
BOMBEO LA CARAQUEÑA, ALIMENTADOR MONTE CRISTO), UBICADO
EN EL MUNICIPIO SOTILLO, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Autores:

**Andrea María Bravo Rodríguez
Luzmar Betania Rodríguez Miranda**

Profesor María Ramírez
Tutor Académico

Barcelona, Noviembre del 2024

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA ZONA ALTA DE PUERTO LA CRUZ (ESTACIÓN DE
BOMBEO LA CARAQUEÑA, ALIMENTADOR MONTE CRISTO), UBICADO
EN EL MUNICIPIO SOTILLO, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Autores:

Andrea María Bravo Rodríguez

C.I: 26.479.125

Luzmar Betania Rodríguez Miranda

C.I: 25.687.974

El Jurado hace constar que asigno a este Trabajo de Grado la calificación de:

Prof. Gerlys Velásquez

Jurado Principal

Prof. Aliuska Fuentes

Jurado Principal

Profesor María Ramírez

Tutor Académico

Barcelona, Noviembre del 2024

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario, para su autorización.”



DEDICATORIA

A mi abuela, por ser el pilar de nuestra familia, su amor y sabiduría me han guiado siempre.

A mi papá, por su apoyo incondicional, su esfuerzo y su confianza en mí, que han sido motor de mis logros.

A mis hermanos, por su compañía inquebrantable, por ser refugio en dificultades y alegría en cada paso del camino.

A mi perrita Mara, por su ternura y lealtad, recordándome siempre el valor de la compañía sincera.

Andrea Bravo

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la sabiduría, la paciencia y la fuerza necesaria para llegar hasta aquí, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Raúl Rodríguez y Luisa Miranda, por su amor incondicional, por ser ejemplo de perseverancia y por creer en mí, todos mis logros se los debo a ustedes por motivarme siempre, los amo. Papi lo logramos, eres mi fuente de inspiración, aunque ya no estés físicamente para ver nuestro sueño realizado, tu amor me sigue guiando en cada paso.

A mis hermanos Raúl y Miguel, por estar presentes en cada momento, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y su comprensión en los días difíciles.

Luzmar Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A mi abuela por ser la raíz de mi familia su amor incondicional y su ejemplo de fortaleza me han guiado siempre gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación.

A mi papá por su apoyo paciencia y confianza su esfuerzo ha sido el pilar sobre el que construyo mis sueños y la motivación para seguir adelante.

A mis hermanos, por ser compañeros de vida, por compartir alegrías y brindar apoyo en los momentos difíciles. Con ustedes aprendí el verdadero significado de la unión, la solidaridad y la certeza de que siempre hay alguien en quien confiar. Gracias por ser mi fortaleza en la incertidumbre. Gracias por estar ahí, por creer en mí y por regalarme la certeza de que nunca caminaba sola.

A mi perrita Mara por su amor incondicional, gracias por estar siempre a mi lado sin pedir nada a cambio.

A mi compañera de tesis Luzmar Rodríguez por su compromiso y apoyo incondicional su dedicación convirtió cada desafío en aprendizaje gracias por compartir este camino conmigo.

A John, Gusmil Samuel y Daisbel por ser más que amigos su apoyo inquebrantable y compañía hicieron de esta carrera una experiencia inolvidable gracias por creer en mí y por nunca dejarme sola.

Andrea Bravo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi guía en los momentos difíciles y darme la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia, familia, especialmente a mis padres por su amor incondicional, su apoyo moral y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la dedicación.

A mis compañeros y amigos Gusmil, Samuel y Johnlerwyck, por su apoyo, risas y compañía en este camino.

A Yanetzy, Luis y Daniel, por estar siempre pendientes y darme ánimos para no desistir.

A mi tutora María Ramírez, por su orientación y compromiso, fundamentales en este proceso.

A la Universidad De Oriente y sus profesores, por brindarme conocimientos, oportunidades y crecimiento.

A quienes colaboraron de cualquier manera en este trabajo, su apoyo ha sido invaluable.

Luzmar Rodríguez

RESUMEN



EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA ALTA DE PUERTO LA CRUZ (ESTACIÓN DE BOMBEO LA CARAQUEÑA, ALIMENTADOR MONTE CRISTO), UBICADO EN EL MUNICIPIO SOTILLO, ESTADO ANZOÁTEGUI

Tutor:
María Ramírez

Autores:
Andrea Bravo
Luzmar Rodríguez

Este proyecto de investigación tuvo como propósito la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz, Ubicado en el municipio Sotillo, estado Anzoátegui donde para llevarlo a cabo se realizó un diagnóstico de la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable, donde se tuvo que recopilar la información del censo poblacional mediante los consejos comunales, para así conocer la población total del área, adicionalmente a esto, se dibujó la red de abastecimiento actual y así establecer las normas y criterios para la evaluación de dicho sistema con base a las Normas sanitarias, una vez realizada esta evaluación, se realizó una propuesta como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz, elaborando los planos de diseño y realizando un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios, dando como resultado, que el sistema no cumple con la demanda actual debido al crecimiento de la población donde la alternativa a implementar es el cambio de diámetros de ciertos tramos y la colocación de válvulas reductoras en puntos estratégicos para la reducción de presiones en la red. Se concluyó que la deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona se debe al aumento poblacional en los últimos años, lo que ha incrementado la demanda de agua y superado la capacidad del sistema existente. Esto ha acelerado el desgaste y la obsolescencia de las tuberías, causando dificultades para mantener un suministro adecuado y aumentando los riesgos de fallas y rupturas, lo cual afecta la calidad de vida de los residentes, donde se recomienda implementar la propuesta para el mejoramiento del servicio en la zona de estudio y así evitar fallas en la demanda o riesgos de daños en el sistema.

Palabras claves: población, caudal, diámetros, demanda, sistema.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
INTRODUCCION.....	xx
CAPITULO I.....	23
EL PROBLEMA	23
1.1 Planteamiento del problema	23
1.2 Objetivos de la investigación.	27
1.2.1 Objetivo General	27
1.2.2 Objetivos Específicos.....	28
1.3 Generalidades.	29
1.3.1 Municipio Juan Antonio Sotillo.	29
1.4 Justificación	31
1.5 Alcance	32
CAPÍTULO II.....	34
MARCO TEÓRICO	34
2.1 Antecedentes de la investigación.....	34

2.2 Bases teóricas.	36
2.2.1 Sistema de abastecimiento de agua.	36
2.2.2 Características que conforman el criterio del diseño.	36
2.2.3 Línea de aducción.....	37
2.2.4 Estanque de almacenamiento.	38
2.2.5 Redes de distribución.	40
2.2.6 Equipos de Bombeo.....	41
2.2.7 Tuberías.....	42
2.2.8 Golpe de ariete.	44
2.2.9 Proyección de población.....	46
2.2.10 Censo poblacional.	49
2.2.11 Periodo de diseño.	55
2.2.12 Consumo de agua.....	56
2.2.12.1 Consumo medio anual	57
2.2.13 Cálculo de una línea de conducción por bombeo.	59
2.2.14 Selección del diámetro de la tubería.....	61
2.2.15 Potencia del equipo de bombeo.	62
2.2.16 Tasa de crecimiento.....	64
2.2.17 Caudal medio.....	65
2.2.18 Caudal medio por metro de tubería	65
CAPÍTULO III.....	66
MARCO METODOLÓGICO	66
3.1 Tipo de investigación.	66

3.2	Nivel de la investigación.....	67
3.3	Técnicas utilizadas.....	68
3.3.1	Técnicas para la recolección de datos.	68
3.3.2	Técnicas para el análisis de datos.....	69
3.3.3	Instrumentos utilizados.	69
3.3.4	Herramientas utilizadas.	70
3.4	Procesamiento de datos.....	70
3.5	Población y muestra	71
3.6	Etapas de proyecto.....	72
3.6.1	Recopilación de información bibliográfica.....	72
3.6.2	Diagnóstico de la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo	72
3.6.3	Establecer las bases y criterios de diseño para la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz con base a las Normas sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044	78
3.6.3.1	Diseño del sistema en Epanet.....	78
3.6.3.2	Censo poblacional.....	81
3.6.3.3	Caudal medio (año 2024).....	83
3.6.3.4	Caudal medio consumido por tubería (año 2024)	84
3.6.3.5	Demanda base presente en cada nodo (2024)	89

3.6.3.6	Caudal medio (año 2044)	91
3.6.3.7	Caudal medio consumido por tubería (año 2044)	92
3.6.3.8	Demanda base presente en cada nodo (2044)	97
3.6.4	Propuesta de una alternativa como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz.	98
3.6.4.1	Análisis del sistema actual (año 2024)	98
3.6.5	Elaboración de los planos de diseño de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.....	104
3.6.6	Realización de un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios para la propuesta.....	104
CAPÍTULO IV		105
RESULTADOS Y ANALISIS		105
4.1	Resultado del Diagnóstico de la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.	105
4.1.1	Estación de Bombeo La Caraqueña:	105
4.1.2	Estación de Valle Verde:.....	107
4.1.2.1	Desafíos en la Estación de Valle Verde:	109
4.2	Establecer las bases y criterios de diseño para la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz con base a las Normas sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044.....	110

4.3 Proponer una alternativa como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz.....	113
4.4 Elaborar los planos de diseño de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.	118
4.5 Realizar un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios para la propuesta.	119
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES.....	124
BIBLIOGRAFIA.....	125
ANEXO	128
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ruta de la red de distribución de la zona alta de Puerto La Cruz.	25
Figura 1.2. Ubicación ciudad de Puerto La Cruz.....	29
Figura 1.3. Ubicación del barrio Valle Verde.....	30
Figura 1.4. Ubicación de la Estación de Bombeo Valle Verde.....	31
Figura 2.1. . Gasto de diseño para el cálculo de cada elemento del sistema	59
Figura 3.1. Visita y entrevistas no estructurada (a).....	73
Figura 3.2. Visita y entrevistas no estructurada (b).....	73
Figura 3.3. Visita y entrevistas no estructurada (c).....	74
Figura 3.4. Red de distribución.....	75
Figura 3.5. Estación de bombeo La Caraqueña	76
Figura 3.6. Estación de La Caraqueña	77
Figura 3.7. Tanque de Valle Verde	77
Figura 3.8. Red de distribución de la zona alta de Puerto la Cruz	78
Figura 3.9. Coordenada del nodo de la estación de La Caraqueña	79
Figura 3.10. Cota del nodo de la estación de La Caraqueña.....	79
Figura 3.11. Red de Distribución de la zona alta de Puerto La Cruz	80
Figura 3.12. Diámetros y rugosidades de las tuberías de la zona alta de Puerto la Cruz	81
Figura 3.13. Análisis de la red.	98
Figura 4.1. Bomba no operativa en la estación La Caraqueña.....	106

Figura 4.2. Especificaciones del motor	107
Figura 4.3. Bomba de la estación Valle Verde.....	108
Figura 4.4. Tanque de Valle Verde	109
Figura 4.5. Plano de la red de distribución	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. . Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares.....	50
Tabla 2.2. Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares.	51
Tabla 2.3. Dotación diaria para hoteles y hospedajes.	51
Tabla 2.4. Dotación diaria para restaurantes.....	52
Tabla 2.5. Dotación diaria para planteles educacionales.....	53
Tabla 2.6. Dotación diaria de cines, teatros y auditorios.	53
Tabla 2.7. Dotación diaria para estaciones de servicio.....	54
Tabla 2.8. Dotación diaria por cantidad de habitantes.....	55
Tabla 2.9. Caudal máximo diario según las horas de bombeo.	60
Tabla 3.1. Población en el municipio Sotillo.	82
Tabla 3.2. Consumo mínimo de agua para fines de diseño cuando no se tengan datos confiables de consumo según " Normas para el diseño de Abastecimiento de Agua ". (INOS, 1965).....	83
Tabla 3.3. Valores del caudal medio por tubería (a)	85
Tabla 3.4. Valores del caudal medio por tubería (b)	86
Tabla 3.5. Valores del caudal medio por tubería (c)	87
Tabla 3.6. Valores del caudal medio por tubería (d)	88
Tabla 3.7. Demanda base de los nodos (2024) (a).....	89
Tabla 3.8. Demanda base de los nodos (2024) (b).....	90
Tabla 3.9. Demanda base de los nodos (2024) (c).....	91

Tabla 3.10. Valores del caudal medio por tubería (a)	93
Tabla 3.11. Valores del caudal medio por tubería (b)	94
Tabla 3.12. Valores del caudal medio por tubería (c)	95
Tabla 3.13. Valores del caudal medio por tubería (d)	96
Tabla 3.14. Valores del caudal medio por tubería (e)	97
Tabla 3.15. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (a)	99
Tabla 3.16. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (b)	100
Tabla 3.17. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (c)	101
Tabla 3.18. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (d)	102
Tabla 3.19. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (e)	103
Tabla 4.1. Población futura y caudal medio para el año 2044	110
Tabla 4.2. Demanda base de los nodos (2044) (a)	110
Tabla 4.3. Demanda base de los nodos (2044) (b)	111
Tabla 4.4. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto (2044) (a)	114
Tabla 4.5. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto (2044) (b)	114
Tabla 4.6. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto (2044) (c)	115

Tabla 4.7. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto (2044)	
(d)	116
Tabla 4.8. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto (2044)	
(e)	117

INTRODUCCION

El agua es considerada por la humanidad un elemento primordial para la existencia, ya que es la base de la vida y tiene un papel fundamental en la salud de los seres vivos, aun así, en la actualidad a pesar de los esfuerzos de los diferentes entes gubernamentales existen problemas referentes a la calidad y distribución de la misma. Cuando la consolidación del servicio de agua no se realiza adecuadamente perjudica a la población limitando cantidad de agua para su abastecimiento, originando problemas para el desarrollo de sus actividades y de un crecimiento saludable de la población para el buen vivir.

En Venezuela el desarrollo económico ha originado un crecimiento demográfico no planificado y la ausencia histórica de criterios y planes de conservación y aprovechamientos sustentables de los recursos naturales, ocasionado deficiencias en el suministro de agua potable, aunado a esta afectación también influyen la longevidad del diseño. Tal es el caso del sistema captación y distribución de la zona alta de Puerto La Cruz denominada Estación de Bombeo La Caraqueña, Alimentador Monte Cristo, ubicado en el barrio Valle Verde, ubicado en el Municipio Juan Antonio Sotillo en la ciudad de Puerto la Cruz, del Estado Anzoátegui. Este sistema tiene aproximadamente dieciocho (18) años de funcionamiento y actualmente presenta deficiencias en el suministro de agua, por lo cual requiere el estudio del sistema actual para detectar las posibles fallas.

Es por ello que es necesario realizar un diagnóstico previo del sistema de agua ver su comportamiento hidráulico y así definir las posibles soluciones que permitan el suministro adecuado de agua a los sectores que

se benefician, en cantidades suficientes y de buena calidad en un período de diseño establecido. La dotación actual dependerá del número de habitantes existentes y del crecimiento proyectado de la misma, del desarrollo comercial y proyecciones de acuerdo a su zonificación entre otros factores.

En este sentido el trabajo de grado detalla la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona Alta de Puerto La cruz, es importante resaltar que esta zona la comprenden los sectores: Campo Alegre, El Junquito, Las Charas, Andrés Bello, La Pedrera, El Limón, El Guarataro, Chuparín Central, Chuparín Arriba, Vista al Mar, Las Delicias, Valle Lindo, Ezequiel Zamora, Valle Verde, El Jobo, El Refrán, Monte Cristo, Pozuelo Arriba, Altavista, El Amparo, Mirador de Pozuelos, El Cementerio, Cuevas de Guanire, Piedra Amarilla, Terrazas de Pozuelo, Colinas de Altavista, Agua Potable y Las Lomas. El objetivo primordial es establecer un servicio eficiente para un mayor desarrollo humano, sostenible y duradero.

El presente proyecto, se estructuró de la siguiente manera:

- **Capítulo I:** Comprende el desarrollo del planteamiento del problema y los objetivos, tanto general como específicos propuestos en la investigación. De igual modo en este capítulo se hace una breve descripción del sitio de estudio.
- **Capítulo II:** Contiene una breve reseña de los estudios previos utilizados como referencia para la realización de la investigación, igualmente se definen diversos conceptos básicos necesarios para lograr el entendimiento pleno del tema en cuestión.

- **Capítulo III:** En este capítulo, se especifica la metodología utilizada, indicando el tipo y nivel de la investigación, también se establecen las técnicas e instrumentos aplicados y la metodología manejada para el análisis y procesamiento de los datos.
- **Capítulo IV:** Se presentaron los resultados de la realización de los objetivos junto con sus respectivos análisis mediante tablas, gráficas y figuras.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Comprende el desarrollo del planteamiento del problema y los objetivos, tanto general como específicos propuestos de la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz. Describiendo el sitio de estudio. Adicionalmente se especifica la justificación y originalidad de este trabajo de investigación junto con el alcance que tendrá.

1.1 Planteamiento del problema

El agua siempre ha constituido una parte importante del planeta, y es indispensable para la vida. Representa el 72% de la superficie terrestre y entre el 50 y 90% de la masa de los seres vivos. Con el establecimiento de diferentes culturas, la distribución del agua potable se convirtió en un componente esencial de la sociedad. Para el ser humano, el agua significa salud y es indispensable para todos los procesos fisiológicos. De hecho, la calidad de vida de la población depende completamente de la satisfacción de sus necesidades, en cuanto a los servicios básicos que se requieren, en tal sentido el abastecimiento de agua potable debería garantizar la calidad liquido con el fin de evitar enfermedades y proporcionar la comodidad necesaria para el desenvolvimiento y desarrollo de la población.

En Venezuela, con el incremento poblacional, existen numerosas comunidades que no cuentan con un suministro apropiado de agua. Al mismo tiempo producto de un mal diseño carecen de sistemas de infraestructuras adecuados para captar el agua desde una fuente libre de contaminación y

aplicarle los tratamientos necesarios para conducirla, almacenarla y distribuirla de manera regular, cumpliendo debidamente con las normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento. Es por esto que numerosos estudios se han encaminado a evaluar los sistemas de abastecimiento de agua potable en diferentes comunidades.

Conforme a lo anterior, la deficiencia del sistema de agua potable en las comunidades genera problemas de insalubridad, merma en el desarrollo y disminución del buen vivir. Tal es el caso que se presenta en diversas poblaciones de la región nororiental del país, como lo es la zona Alta de Puerto la Cruz, Estado Anzoátegui, donde el servicio de agua es insuficiente, por ello requiere de urgencia la rehabilitación y mejoras que permitan el adecuado abastecimiento a la comunidad inmediata.

La zona alta de Puerto la Cruz comprende los sectores: Campo Alegre, El Junquito, Las Charas, Andrés Bello, La Pedrera, El Limón, El Guarataro, Chuparín Central, Chuparín Arriba, Vista al Mar, Las Delicias, Valle Lindo, Ezequiel Zamora, Valle Verde, El Jobo, El Refrán, Monte Cristo, Pozuelo Arriba, Altavista, El Amparo, Mirador de Pozuelos, El Cementerio, Cuevas de Guanire, Piedra Amarilla, Terrazas de Pozuelo, Colinas de Altavista, Agua Potable y Las Lomas. (Ver figura 1.1).

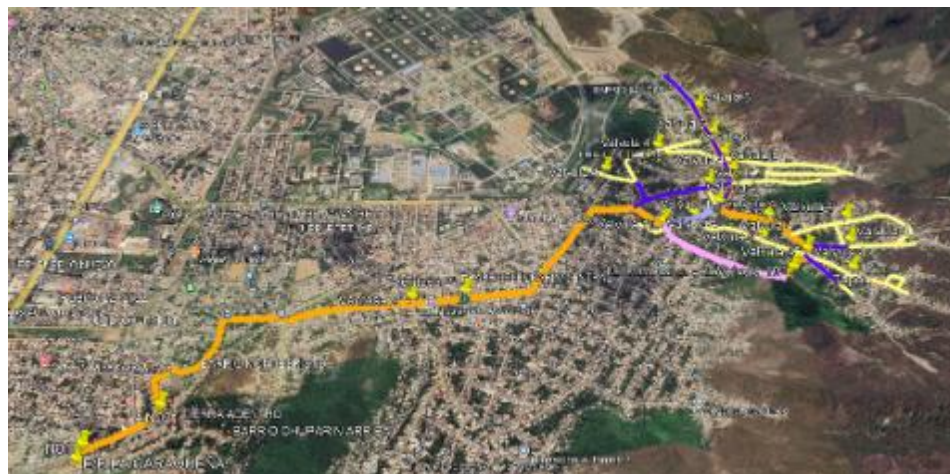


Figura 1.1. Ruta de la red de distribución de la zona alta de Puerto La Cruz.

Fuente: Modificado de Google. (s.f.-a). [Zona alta de Puerto La Cruz].

Recuperado el 5 de febrero de 2024 de

https://earth.google.com/web/search/Anzo%c3%a1tegui,+Venezuela/@10.20710594,-64.62395711,22.74957056a,5719.2721548d,35y,-13.07205753h,11.09277332t,-0r/data=CiwiJgokCb9MVW9smE5AEUgnQ_46jkZAGWylALBI-jhAlfnB4HsmdlXAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCPwEQAA

Estos sectores han experimentado un crecimiento rápido y continuo de su población, por lo que se han establecido diferentes urbanismos no planificados, generando empalmes de tomas ilegales a las red de distribución principal, hecho que afecta directamente el suministro en cuanto a caudal y presiones en las zonas más alejadas de la red, que aunados a las escasas o nulas medidas de mantenimiento de los sistemas de distribución de agua potable incrementan la fallas del vital líquido perjudicando aún más a la comunidad. En ese mismo contexto su topografía y sistema de funcionamiento le han conferido factores favorables al diseño existente, pero la deficiencia en el servicio de agua potable continúa siendo una de las principales aristas que afectan directamente a la calidad de vida de la población.

Ante la problemática detectada, surgió la necesidad de realizar una evaluación del funcionamiento y propuesta de mejoras al sistema de distribución de los sectores que son abastecidos principalmente de la estación de bombeo La Caraqueña, específicamente del alimentador Montecristo, del cual es alimentado por la estación de bombeo Valle Verde y éste a su vez surte el tanque de Valle Verde, dotando así del vital líquido a los sectores de Valle Verde (zona alta y baja) y Colinas I, II y II, Virgencita, Los Jobos y El Refrán de manera sectorizada. Esta evaluación permitió mostrar las debilidades y soluciones, logrando un buen funcionamiento del sistema.

La propuesta se llevó a cabo, partiendo de la revisión del diseño suministrados por HIDROCARIBE, el cual aporta datos sobre la estación de bombeo La Caraqueña, estación de bombeo Valle verde y el tanque de almacenamiento de Valle Verde, no obstante no aporta el recorrido de la red ni los diámetros de tubería que ella contiene, el cual se determinó mediante un recorrido en campo; una vez conocida la situación actual del sistema y los factores que inciden en él, se procedió a realizar los cálculos y la evaluación funcional del sistema mediante el uso de Epanet.

La evaluación de la red se realizó bajo las Normas sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044 y la N° 4.103 y las Normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S.) 1965, en función de los resultados obtenidos se hacen una serie de recomendaciones.

En vista de esta problemática se presentan las siguientes interrogantes:

¿Cómo diagnosticar la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo?

¿Cuáles son las bases y criterios de diseño para la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz con base a las Normas sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044?

¿Cuál sería la alternativa como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz?

¿Cuáles serán los planos de diseño de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo?

¿Cuál sería el estimado de costos basado en análisis de precios unitarios para la propuesta?

1.2 Objetivos de la investigación.

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), ubicado en el municipio Sotillo, Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.
- Establecer las bases y criterios de diseño para la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puertola Cruz con base a las Normas sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044
- Proponer una alternativa como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz.
- Elaborar los planos de diseño de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.
- Realizar un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios para la propuesta.

1.3 Generalidades.

1.3.1 Municipio Juan Antonio Sotillo.

Puerto la Cruz es una ciudad ubicada al norte del Estado Anzoátegui en Venezuela, limita al norte con el Mar Caribe, al sur con Barcelona, al oeste con Lechería y Barcelona, al este con Guanta. Es la segunda ciudad más poblada de Anzoátegui, con cerca de 425.000 habitantes.

Su geografía está compuesta por playas, ríos, montañas, llanos y valles. Es sede de distintas empresas de alimentos, bebidas, materiales para la construcción, metalmecánica, derivados del petróleo y agroindustrias. (Ver figura 1.2)

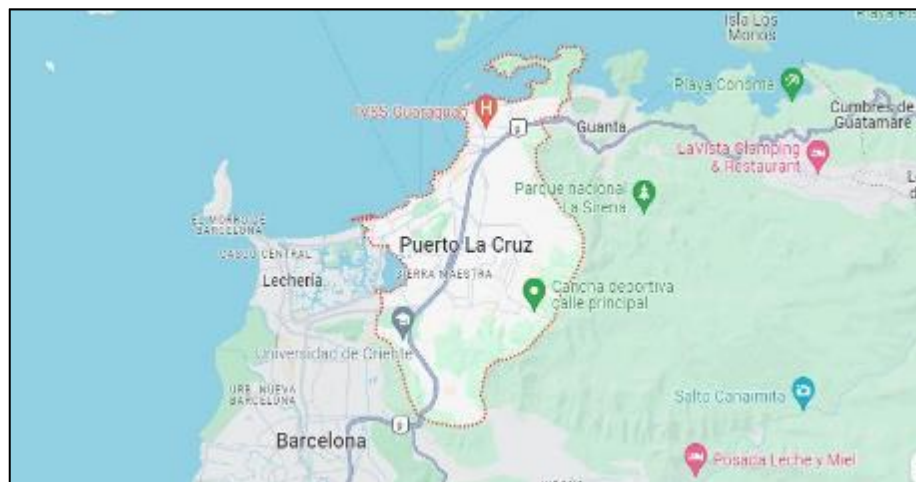


Figura 1.2. Ubicación ciudad de Puerto La Cruz.

Fuente: Google. (s.f.-a). [Puerto La Cruz]. Recuperado el 5 de febrero de 2024 de https://www.google.com/maps/@10.211858,-64.6350807,5868m/data=!3m1!1e3?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDEwMi4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

El barrio Valle Verde, está ubicado en el Municipio Juan Antonio Sotillo en la ciudad de Puerto la Cruz, del Estado Anzoátegui. Limita al Norte con Guanta, al Oeste con las Colinas de Valle Verde, al Este y al Sur con las Delicias. En él se encuentra la estación de bombeo de Valle Verde donde se almacena el agua aducida de la Estación de Bombeo de la Caraqueña, surtiendo el tanque de Valle Verde para distribuir hacia los distintos sectores que son: Valle Verde zona alta y baja, colinas I, II y III, la Virgencita, los Jobos y el Refran. (Ver figura 1.3 y 1.4)



Figura 1.3. Ubicación del barrio Valle Verde.

Fuente: Google. (s.f.-a). [Valle Verde]. Recuperado el 5 de febrero de 2024 de https://www.google.com/maps/@10.2056887,-64.603584,1467m/data=!3m1!1e3?hl=es&entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDEwMi4wIjKXMDSOASAFQAw%3D%3D



Figura 1.4. Ubicación de la Estación de Bombeo Valle Verde.

Fuente: Google. (s.f.-a). [Estación de bombeo, Valle Verde]. Recuperado el 5 de febrero de 2024

[https://www.google.com/maps/place/EBAP+Valle+Verde+\(HIDROCARIBE\)/@10.2048528,-64.6116283,17z/data=!4m6!3m5!1s0x8c2d779096bab79:0x70a6798af5c77fa4!8m2!3d10.2045538!4d-64.6098913!16s%2Fq%2F11kqw5q53w?hl=es&entry=ttu&q_ep=EgoyMDI1MDEwMi4wLWlKXMDSoASAFAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/place/EBAP+Valle+Verde+(HIDROCARIBE)/@10.2048528,-64.6116283,17z/data=!4m6!3m5!1s0x8c2d779096bab79:0x70a6798af5c77fa4!8m2!3d10.2045538!4d-64.6098913!16s%2Fq%2F11kqw5q53w?hl=es&entry=ttu&q_ep=EgoyMDI1MDEwMi4wLWlKXMDSoASAFAw%3D%3D)

1.4 Justificación

En cuanto a la originalidad de este proyecto se puede mencionar a José Guzmán (2019), quien presentó un trabajo acerca de una evaluación del sistema hidráulico para el abastecimiento de agua potable en el campamento petrolera Sinovensa Morichal, Estado Monagas. De igual forma, Gimón (2017), presentó un trabajo cuyo objetivo principal era elaborar un sistema de abastecimiento de agua potable y aguas servidas para la urbanización El

Morro, Valle Guanape, Estado Anzoátegui. Cabe destacar que, se planteó la evaluación sistema de abastecimiento de agua de la zona alta de Puerto La Cruz, para identificar la causa de la deficiencia en el servicio y aportar la solución correspondiente.

Considerando la problemática anteriormente expuesta, esta investigación es de gran importancia para los habitantes de la zona alta de Puerto La Cruz, ya que al concretar la evaluación y mejora que presenta este proyecto significaría el primer paso para beneficiar a la comunidad y brindarle acceso al agua potable de manera constante y segura. De igual manera, es un aporte para el ente gubernamental responsable e interesado en llevar a cabo este proyecto.

Asimismo, este estudio servirá como base para estudiantes e ingenieros civiles interesados en desarrollar un diseño de abastecimiento de aguas blancas. Así como también, para la comunidad en general para futuras investigaciones relacionadas con sistemas de abastecimiento de agua potable.

1.5 Alcance

El alcance de este proyecto de investigación abarcó el diagnóstico de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona alta de Puerto la Cruz, específicamente, el diagnóstico se centró en sectores como Valle Verde, Colinas 1, 2 y 3, Virgencita, Los Jobos y El Refrán, comunidades que presentan desafíos particulares en el suministro de agua potable debido a su ubicación en zonas elevadas. El estudio se apoyó en censos poblacionales y planos de la red actual para calcular las demandas de

caudal necesarias tanto para la población actual como para una proyección a 20 años. Estos cálculos fueron fundamentales para establecer una demanda base en el programa EPANET, permitiendo analizar el cumplimiento de los tramos con la norma INOS y plantear soluciones técnicas. La propuesta resultante incorpora mejoras en el diseño de la red, ajustes en la distribución y la estimación de costos, orientadas a garantizar un abastecimiento eficiente y sostenible para los sectores estudiados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Contiene una breve reseña de los estudios previos relacionados a una elaboración de un sistema de abastecimiento de agua potable utilizados como referencia para la realización de esta investigación, igualmente se definen diversos conceptos básicos necesarios para lograr el entendimiento pleno del tema en cuestión.

2.1 Antecedentes de la investigación.

Para lograr los objetivos propuestos en este trabajo de grado titulado, “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto La Cruz (estación de bombeo la Caraqueña, alimentador Monte Cristo), ubicado en el municipio Sotillo, estado Anzoátegui” para la Universidad de Oriente núcleo Anzoátegui, se consideró el respaldo de diversos trabajos realizados con anterioridad, en relación al tema en estudio. En tal sentido, Rodríguez (2016), quien realizó un trabajo de grado titulado, “Cálculo de los sistemas de acueducto y recolección de aguas servidas para el complejo habitacional paseo Aurora, ubicado en Cantaura M.P.M.F, estado Anzoátegui” presentado ante la Universidad de Oriente para optar por el título de ingeniero civil. El objetivo de este trabajo fue realizar un cálculo para un sistema de acueducto y recolección de aguas servidas, para el complejo habitacional Paseo la Aurora, ubicado en la prolongación Nor- Oeste de la avenida Bolívar de la ciudad de Cantaura, realizando dicho cálculo para una población de 1900 habitantes. Estableció según la Gaceta oficial N° 4.044 el consumo de horario máximo, teniendo como resultado de 58 l/s y para el cálculo gastos de proyecto

del sistema de aguas servidas se siguieron los criterios establecidos de I.N.O.S y la Gaceta N° 5.318.

El diseño del acueducto lo calculó con el programa WaterCAD V8i, el cual lo conformó por tuberías de PVC y un sistema de bombeo. Dicha investigación realizada por Rodríguez, permite conocer la metodología necesaria para realizar el diagnóstico de la red de abastecimiento de agua potable existente, mediante la utilización del programa WaterCAD V8i, y así poder diagnosticar de una manera más eficaz si los diámetros actuales son los más convenientes en función de la demanda actual y futura.

Ahora bien; Reyes, M. y Velásquez J. (2014) realizaron un trabajo de grado titulado “Diseño de sistema de abastecimiento y red matriz de agua potable para las comunidades del sector de Caratal ubicado en el municipio Juan Antonio Sotillo, Estado Anzoátegui” trabajo de grado de licenciatura no publicado. Universidad Santa María, Barcelona, en el que presentaban un diseño del sistema de abastecimiento y red matriz de agua potable para las comunidades del sector de Caratal ubicado en el estado Anzoátegui. A través de una metodología de tipo proyecto factible se concluyó que los componentes de la red de suministro de agua no cumplen con las especificaciones necesarias para resolver la problemática existente y que el problema radica principalmente en el déficit de presión para suministrar agua a todos sus habitantes y la falta de mantenimiento en el sistema.

Por otro lado; Medina y Pérez (2016), realizaron un proyecto de investigación titulado “Análisis funcional de la red principal de distribución de agua potable en Cantaura. Municipio Pedro María Freites, estado Anzoátegui” para la Universidad de Oriente, quienes analizaron el funcionamiento de la red principal de distribución de agua potable del municipio Pedro María Freites; identificaron primeramente la red principal mediante los planos suministrados

por la empresa encargada del servicio de abastecimiento (HIDROCARIBE), para poder así determinar la distribución general y los diámetros de la tubería matriz. Una vez obtenidos los datos cartográficos y de diámetros de la red principal, mediante el uso del software Watercad V8i, verificaron la conveniencia de los diámetros instalados en relación a la demanda actual y futura.

Dicha investigación, merece ser incorporada, por la relación con el estudio a realizar, ya que servirá como guía, sobre la metodología y parámetros aplicados por los autores en cuanto a la ubicación de la red de distribución, puntos de captación y análisis de los diámetros efectivos en relación a la demanda poblacional.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Sistema de abastecimiento de agua.

Según Valdez (1990),

“El conjunto de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua.” (pág.1).

2.2.2 Características que conforman el criterio del diseño.

Según Arocha (1997), establece que,

“Antes de analizar cada componente y de su integración en el conjunto, es conveniente establecer y analizar aquellas características que conforman

los criterios de diseño” (Pág.3). El menciona cuatro criterios fundamentales los cuales son:

- I. Cifras de consumo de agua.
- II. Período de diseño y vida útil de la estructura.
- III. Variaciones periódicas de los consumos e influencia sobre las diferentes partes del sistema.
- IV. Clases de tubería y materiales a usar.

2.2.3 Línea de aducción.

Arocha (1997), define como, “la tubería, que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema.” (pág. 23).

A su vez, la conducción se puede dar de dos maneras, dependiendo de la ubicación de la fuente de abastecimiento y las obras de regularización, si la fuente de abastecimiento se encuentra en un nivel topográfico arriba del tanque de almacenamiento o elemento de captación, la conducción se realizará por gravedad. A lo contrario si el nivel topográfico esta por abajo, la conducción de realizaría por bombeo.

Tomando en cuenta estos aspectos, la conducción la podemos clasificar en: por gravedad, por bombeo y mixta (combinación de ambas)

2.2.4 Estanque de almacenamiento.

Arocha (1997), lo establece como, “Elemento intermedio entre a fuente y la red de distribución. De su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecer un servicio continuo a la comunidad.” (pág. 23).

Dicho esto, se trata de estructuras que permiten el almacenamiento del agua que proviene de los afluentes. Tiene tres funciones fundamentales: compensar las variaciones diarias que se presenten por consumo, mantener las presiones en la red y almacenar suficiente líquido para atender situaciones de emergencia, sostiene que estas estructuras pueden clasificarse en estanques superficiales y elevados; los primeros se construyen exclusivamente de concreto armado y de forma rectangular o cilíndrica. Mientras que los estanques elevados pueden ser de concreto o metal, atienden necesidades ornamentales y se comunican de manera inmediata con la red de distribución.

En la ubicación de un estanque se debe tener presente el criterio de que las pérdidas de carga sean más o menos las mismas en cualquier dirección y que una altura única del tanque fuese suficiente, por esto en sitios planos y de densidades de población uniforme el centro de este sería el adecuado. Para el caso de densidades de población no uniformes, el estanque podría estar hacia el lado de mayor densidad de población. Cuando la topografía es abrupta el problema se complica; puntos muy elevados con respecto a otros puede exigir elevaciones distintas para los tanques, obligando en muchos casos a emplearse más de un estanque de almacenamiento.

Las normas INOS normas para el diseño de abastecimiento de agua establecen las presiones mínimas en el sistema de distribución durante las demandas máximas horarias y sin gasto de incendio deben ser las siguientes:

En barrios con rancho o casas pobres que se surtirán de fuentes públicas 5mts de presión de agua.

En barrios de casas pobres de segunda categoría, es decir aquellas casas de gente pobre, que se estima usaran más de una pluma de agua, 15mts de presión de agua.

- En áreas residenciales con edificios de primera categoría de 3 o más pisos, 25mts de presión de agua.
- En áreas residenciales con edificios de 4 a 6 pisos, 35mts de presión de agua.
- En áreas comerciales e industriales, cuando están situadas en zonas especiales separadas de la zona residencial y destinada exclusivamente a esos fines.
- Para ciudades hasta 15.000 habitantes, 25mts de presión de agua.
- Para ciudades hasta 15.000 a 50.000 habitantes, 35mts de presión de agua.
- Para ciudades de más de 50.000 habitantes, 50mts de presión de agua.
- La máxima presión estática permisible en los sitios de distribución es de 70mts de presión de agua

2.2.5 Redes de distribución.

Según Vierendel (2009), las redes de distribución son: “Conjunto de tuberías que partiendo del reservorio de distribución y siguiendo su desarrollo por las calles de la ciudad sirven para llevar el agua potable al consumidor, formando parte de ella una serie de accesorios como: válvulas, hidrantes, reservorios reguladores ubicados en diversas zonas, etc.” (p. 89).

Para el trazado de la red se toman en consideración tres sistemas los cuales son definidos según la topografía existente, estas son red abierta, red cerrada y red mixta. Las redes abiertas, ramificadas o arborescentes se caracterizan por que el agua tiene un único trayecto, desde la fuente y estanque de almacenamiento hasta los diferentes puntos de consumo, como en los regadíos. En cuanto a su forma, consta de un troncal y una serie de ramificaciones. Este tipo de red se estructura una vez que se ha determinado que el terreno es de difícil acceso e impide la interconexión entre las ramificaciones o entre los troncales; o bien, pueden establecerse en vías o carreteras principales, constando de una tubería primordial, de la cual salen ramificaciones para la distribución del agua.

Por otro lado, las redes cerradas o mallado son aquellos sistemas compuestos de tuberías que se entrelazan formando mallas complejas. Se pueden considerar que se componen de circuitos cerrados, eficiente en presión y caudal, donde el agua tiene diferentes vías para desplazarse hasta los puntos de consumo; permitiendo la autorregulación de las presiones, sin necesidad de equipos o infraestructura.

Con respecto a las redes mixtas, presentan mallas conectando los troncales o arterias principales y diferentes ramificaciones en las tuberías

secundarias que llevan el agua hasta los consumidores. En el contexto poblacional, su estructura se distribuye en malla en el centro de la población y ramificada hacia los caseríos ubicados en los extremos.

2.2.6 Equipos de Bombeo.

Según, El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2005), menciona que se trata de equipos que se implementan cuando las condiciones de terreno o la red de distribución no permiten el flujo del agua por gravedad. Para integrar estaciones de bombeo en los sistemas de abastecimiento de agua deben tomarse en cuenta diferentes factores, como la capacidad de la estación generadora, sitios próximos, voltaje, diferentes fuentes de energía (gas, eléctrica, entre otros) y costos. Pueden utilizarse diferentes tipos de bombas: centrífugas horizontales, verticales y sumergibles. (p. 68)

Las bombas de tipo horizontal tienen un eje de transmisión nivelado. Pueden ser ubicados fuera de las fuentes de directas de abastecimiento de agua, en lugares seguros, secos y de moderada ventilación. Debido a su operación sencilla, suelen instalarse en zonas rurales y en estructuras como cisternas, fuentes superficiales y embalses.

Las bombas centrífugas verticales poseen un eje de transmisión dispuesto de manera vertical, alrededor de este eje se ubican los impulsores. Se construyen en diámetros pequeños para facilitar su introducción en perforaciones de pozos, ya que deben ubicarse directamente sobre la fuente de captación.

Por su parte, las bombas de tipo sumergible tienen forma compacte y se usan exclusivamente en fuentes de gran profundidad. Al estar sumergidas, la fuerza con la que bombean es relativamente menos a las demás bombas y tienen un alto consumo de energía.

Los equipos o sistemas de bombeo poseen una serie factores o parámetros que garantizan su funcionamiento. Estos son: el caudal o gasto de bombeo, la carga dinámica total, la potencia y potencia útil, velocidad de rotación y el rendimiento.

2.2.7 Tuberías.

Arocha (2009), menciona que, “En los Proyectos de acueductos intervienen las tuberías como elementos principales del sistema. Por ello la selección de material a emplear debe hacerse atendiendo a diversos factores que permitan lograr el mejor diseño.” (p. 25).

Este autor, hace referencia a cinco tipos de tuberías, las cuales son:

- Tubería de hierro fundido (H.F.).
- Tubería de hierro fundido dúctil (H.F.D.).
- Tubería de hierro galvanizado (H.G.).
- Tubería de asbesto-cemento a presión (A.C.P.)
- Tubería de policloruro de vinilo (P.V.C.).

Arocha resalta, la importancia del conocimiento de la materia prima de las tuberías para el mejor aprovechamiento en función de la selección del diseño adecuado.

Por otra parte CRANECO, (1992); Saldarriaga, (2008), dicen que las tuberías son por lo general, estructuras cilíndricas huecas y de diferentes materiales, que permiten el paso libre del agua en volúmenes y presiones adecuadas hasta los consumidores. Un conjunto de diferentes tipos de tuberías dispuestas de manera organizada e interconectadas, recibe el nombre de red de tuberías. De manera práctica, se realizan periódicamente ajustes en sus circuitos para controlar el caudal y la presión de agua en estos. (p. 79)

Para conformar la estructura y red de distribución, las instalaciones deben constar de diferentes tipos de tuberías, las cuales tienen diámetros y funciones específicas. Los ensamblajes de:

- a. Tubería de matriz (mayor a 400mm): son ensamblajes de tubos que transportan el agua de los tanques de almacén hacia las arterias en el resto de la red de abastecimiento.
- b. Tubería arterial: también se denominan principales, llevan el agua desde las instalaciones hasta los consumidores.
- c. Tuberías de relleno y servicio: estas pueden cumplir las mismas funciones que las anteriores, sin embargo, poseen un diámetro menor y se usan para intercomunicar diferentes redes y llevar el agua a medidores de consumidores comerciales, como instituciones y empresas. En zonas urbanas tienen un diámetro mayor de 1,90mm y en zonas rurales de 1,27mm de diámetro.

2.2.8 Golpe de ariete.

CRANECO, (1992), menciona que, son fundamentales para el transporte de agua a través de las redes de tuberías. Se trata de dispositivos que se colocan a lo largo del sistema de abastecimiento, y mediante la apertura y cierre pueden permitir, prevenir y controlar el movimiento de los fluidos. (p. 46).

Es importante conocer los diferentes tipos de válvulas disponibles y sus características para seleccionar la válvula adecuada para cada aplicación.

La válvula de aguja, tiene una aguja fina que se utiliza para controlar el flujo de líquidos o gases. Permite regular el caudal, gracias a su precisión, diseño y estabilidad permite un buen sellado, sin desgaste, incluso con grandes contrastes entre presiones. En el sector hidráulico, se emplean como bypass (derivación, desvío o corte de una ruta) a las válvulas de mariposa o de bola/esférica antes de la entrada de motores o turbinas.

Válvula de bola o de esfera, su nombre se debe a que en su interior contienen una bola o esfera con perforaciones para regular el paso de flujo de líquidos o gases. Se pueden encontrar con cuerpo de una pieza, dos piezas o tres piezas, según tus necesidades. Cuando la bola se encuentra en una posición cerrada, el flujo se detiene y cuando la bola está en una posición abierta, el flujo es permitido. Estas válvulas pueden ser accionadas de forma manual o automática con un actuador neumático o eléctrico. Se utilizan en aplicaciones donde se necesita un control preciso del flujo, como en sistemas de climatización, sistemas de riego y sistemas de suministro de agua.

La Válvula de Compuerta se utiliza con el fin de aislar algún elemento o sección del sistema para poder efectuar una reparación, inspección o dar

mantenimiento, sin que se interrumpa totalmente el servicio. Se usa en aplicaciones de alta presión y alta temperatura, como en sistemas de calderas y en la industria petroquímica. Este tipo de válvula está diseñada para ser operada cuando se requiera un abertura o cierre total, y no se recomienda para usarse como reguladora de gasto.

Las válvulas de globo reciben su nombre por la forma de esfera del cuerpo, aunque hoy en día algunos diseños de éstas ya no son tan esféricos, pero mantienen el nombre tradicional por su funcionamiento. Son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso de agua, por esto se emplean generalmente en tuberías de pequeños diámetros. Estas válvulas tienen un disco móvil el cual se utiliza para controlar el flujo de líquidos o gases. La posición del disco es la que determina la cantidad de flujo que se permite a través de la válvula. Se utilizan en aplicaciones de baja presión y baja temperatura, como en sistemas calefacción y de aire acondicionado

Las válvulas de guillotina se diseñaron para el aislamiento en sistemas con alto contenido de sólidos en suspensión, están pensadas para trabajar en las condiciones más duras, con una cuchilla afilada para cortar líquidos pesados .Se pueden instalar con actuadores que ofrecen distintas soluciones a tus necesidades. Estas no deben utilizarse para regular el flujo a menos que estén específicamente diseñadas con este objetivo.

Las válvulas de mariposa pueden reemplazar a las de compuerta cuando se requieren diámetros grandes y presiones bajas, son más ligeras, de menor tamaño y más barato. Se utilizan para permitir o evitar el paso y en muchas de las aplicaciones de productos líquidos en las industrias

farmacéutica, química y alimentaria y se utilizan en aplicaciones de baja presión y baja temperatura. Esta válvula se puede emplear como reguladora de gasto y en ciertos casos para estrangular la descarga de una bomba.

Válvulas de Regulación y Control, permiten controlar el caudal y, por tanto, la presión, velocidad o nivel del fluido. Suelen depender de dispositivos como termómetros o termostatos y también es frecuente instalarlas con actuadores hidráulicos, eléctricos o neumáticos para un mayor control y automatización.

Válvulas de Retención o Anti-Retorno, estas válvulas se utilizan para evitar el flujo inverso de líquidos o gases. Se usan con el objetivo de retener la masa de agua que se encuentra en la tubería, cuando la bomba suspende su operación y con la finalidad de evitar esfuerzos excesivos en las bombas producidos por el fenómeno del golpe de ariete. Estas válvulas no eliminan el efecto de este fenómeno, sino que únicamente lo disminuyen.

Válvulas de seguridad o de alivio, se encargan de proteger los equipos y las tuberías de las sobrepresiones. Cuando la presión en la tubería o el equipo excede un cierto nivel, la válvula de alivio se abre y permite que el exceso de presión se libere para prevenir que el sistema explote. Se utilizan generalmente en sistemas de calefacción y refrigeración.

2.2.9 Proyección de población.

Instituto Nacional de Estadística, 2000; Rincón y Fajardo, (2007), “Es uno de los principales aspectos de la planificación socioeconómica de una nación. Surge del resultado de un conjunto de estimaciones elaboradas

tomando en cuenta técnicas demográficas y estadísticas. Estas últimas se realizan para establecer relaciones y tendencias de las variaciones que experimenta la población. Su estimación se interpreta como el número de personas que tiene o tendrá una población en un momento específico del tiempo” (p. 35).

Se considera fundamental para el establecimiento y optimización de los sistemas de abastecimiento de agua potable, y se llevan a cabo a través de distintos métodos:

- Método lineal.
- Método geométrico.
- Método logarítmico.
- Modelo de crecimiento lineal

Rincón y Fajardo, (2007). Expresan que es el modelo de crecimiento lineal, el aumento poblacional se hace constante e independiente del tamaño de esta. (Ver ecuación 2.1 y 2.2)

$$Pf = Puc + Ka * (Tf - Tuc) \quad Ec (2.1)$$

$$Ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \quad Ec (2.2)$$

Donde,

Pf: población proyectada

Puc: población del último censo (Nº de habitantes) Pci: población de censo inicial

Ka: pendiente de la recta Tf: año de la proyección Tuc: año del último censo Tci: año del censo inicial

- Modelo de crecimiento geométrico

Rincón y Fajardo, (2007). Lo definen como crecimiento geométrico cuando la población crece proporcionalmente a su tamaño. (Ver ecuación 2.3 y 2.4)

$$Pf = Puc * (1 + r)^{Tf - Tuc} \quad Ec (2.3)$$

$$r = \left[\left(\frac{Pf}{Puc} \right)^{\frac{1}{Tf - Tuc}} - 1 \right] \quad Ec (2.4)$$

Donde,

r: tasa de crecimiento anual

- Modelo de crecimiento logarítmico

La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que al evaluar un Kg promedio se requiere de un mínimo de dos valores de Kg. (Ver ecuación 2.5 y 2.4)

$$\ln Pf = \ln Pci + Kg * (Tf - Tci) \quad Ec (2.5)$$

$$Kg = \frac{\ln Pcp - \ln Pca}{Tcp - Tca} \quad Ec (2.6)$$

Donde,

Kg: Tasa de crecimiento logarítmica Pcp: población del censo posterior

Pca: población del censo anterior Tcp: año del censo posterior

Tca: año del censo anterior

2.2.10 Censo poblacional.

El factor población es el que determina los requerimientos de agua. Se considera que todas las personas utilizarán el sistema de agua potable a proyectarse siendo necesario por ello identificar a todos los habitantes y establecer en un croquis, la ubicación de locales públicos y el número de viviendas por frente de calle. El conocimiento de esta información es de gran importancia en el diseño para el logro de estructuras funcionales. Las normas I.N.O.S. (1965a) y la Gaceta Oficial Extraordinaria No. 4044 del MSAS del año 1988, asignan cifras para las dotaciones de agua tomando en cuenta el uso de la tierra, la zonificación y características de la población expresándose en lts./hab./día. A continuación, se muestran las tablas 2.1 a 2.7 que detallan los artículos de las normas que definen los consumos según la zonificación:

Tabla 2.1. . Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares.

Área total de la parcela o del lote en m2		Dotación de agua en litros x día
Hasta	200	1500
201	300	1700
301	400	1900
401	500	2100
501	600	2200
601	700	2300
701	800	2400
801	900	2500
901	1000	2600
1001	1200	2800
1201	1400	3000
1401	1700	3400
1701	2000	3800
2001	2500	4500
2501	3000	5000
Mayores de	3000	5000 l/día + 100 l/día por cada 100m2

Fuente: M.S.A.S, 1988.

Tabla 2.2. Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares.

Números de dormitorios de cada unidad de vivienda	Dotación de agua por vivienda en litros x día
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500
Más de 5	1500 l/día + 150 l/día por cada dormitorio adicional

Fuente: M.S.A.S, 1988.

Art.93. Las dotaciones de agua para hoteles, pensiones y hospedajes, se calcularán de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.3. Dotación diaria para hoteles y hospedajes.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel.....	500lts por dormitorio
Pensión.....	350lts por dormitorio
Hospedaje.....	25lts por m^2 de atea destinada a dormitorio.

Fuente: I.N.O.S. (1965a).

Art.94. La dotación de agua para restaurantes se calculará en función del área de los locales y de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.4. Dotación diaria para restaurantes.

Área de los locales en m^2	Dotación diaria
Hasta 40.....	2000 lts
41 a 100.....	50 lts/ m^2
Mas de 100.....	40 lts/ m^2

Fuente: I.N.O.S. (1965a).

Nota: En aquellos restaurantes donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará una dotación complementaria a razón de 8 lts/cubierto preparados para ese fin.

Art.95. La dotación de agua para planteles educacionales y residencias de estudiantes se calculará de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.5. Dotación diaria para planteles educacionales.

	Dotación diaria lts/persona
Alumnado externo.....	40
Alumnado semi-interno.....	70
Alumnado interno o residente.....	250
Personal no residente.....	50
Personal residente.....	200

Fuente: I.N.O.S. (1965a).

Art.96. Las dotaciones de agua para cines, teatros, auditorios, cabarets, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre se calcularán de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.6. Dotación diaria de cines, teatros y auditorios.

Tipos de establecimientos	Dotaciones diarias
Cines, teatros y auditorios.....	3 lts por asiento.
Cabarets, casinos y salas de baile....	30 lts/m ² de área pata uso público.
Estadio, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.....	1 lt por espectador.
Circos, hipódromos, parques de atracciones y similares.....	1 lt por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Fuente: I.N.O.S. (1965a).

- La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 lt/día/m² de un área útil de local.
- La dotación de agua para depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados se calculará a razón de 0,50 l/día/m²
- La dotación de agua para comercios de mercancías secas, casas de abastos, pulperías, carnicerías y pescaderías se calcularán a razón de 20 lt/día/m² de área de local considerándose una dotación mínima de 4000 lt/día
- La dotación de mercados se calculará a razón de 15 lt/día/m² de área útil de local.
- La dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria se calculará a razón de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de 8 horas o fracción. (Ver figura 2.5)

Art.104. La dotación de agua para estaciones de servicio, bombas de gasolina, garajes y estacionamientos se calculará de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.7. Dotación diaria para estaciones de servicio.

Para lavado automático	12.800 lts/día por unidad de lavado
Para lavado no automático	8.000 lts por unidad de lavado
Para bombas de gasolina	300 lts/día por bomba.
Para garajes y estacionamientos cubiertos	2 lts/día/m ² de área.
Para oficina y venta de repuestos	6 lts/día/m ² de área útil.

Fuente: I.N.O.S. (1965a).

Adicionalmente, Valdez (1994), en la figura 10, establece la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de

los servicios que se hacen en un día medio anual, incluyendo pérdidas. (Ver Figura 2.8)

Tabla 2.8. Dotación diaria por cantidad de habitantes.

Número de habitantes	Clima		
	Cálido	Templado	frio
2500 a 15000	150	125	100
15000 a 30000	200	150	125
30000 a 70000	250	200	175
70000 a 150000	300	250	200
Mayor de 150000	350	300	250

Fuente: Valdez (1994).

Estos rangos permiten flexibilidad en la estimación, por lo cual, el criterio y buen juicio en la selección de este factor es elemento importante para un buen diseño.

2.2.11 Periodo de diseño.

Tomando en cuenta la proyección de la población y los estudios geológicos, sanitarios e hidrológicos, se pueden estimar la durabilidad ó vida útil de las instalaciones, facilidades de construcción y posibilidades de ampliación o sustituciones. En este sentido, se consideran factores como la dinámica de flujo en las tuberías y el caudal de diseño. Este último involucra el consumo medio en litros por segundo (lts./s.); gasto máximo diario, y el gasto máximo horario. Es por esto que para la vida útil las "Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua" como estipula el Instituto Nacional de Obras

Sanitaria (INOS, 1965) para las diferentes infraestructuras, materiales y equipos, recomiendan que:

- Plantas de bombeo: de 10 a 15 años.
- Pozos: 15 años.
- Plantas de tratamientos: de 20 a 30 años.
- Diques y embalses: de 40 a 50 años.
- Líneas de tubería $\varnothing \leq 12''$: de 20 a 25 años.
- Tubería de servicio local: 20 años generalmente.
- Líneas de aducción grandes: 40 años.
- Estanques de concreto: de 30 a 40 años.
- Estanques metálicos: de 20 a 30 años.

2.2.12 Consumo de agua.

Es el volumen de agua, en cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos a adquirir o desean recibir de la correspondiente entidad suministradora para satisfacer un determinado objetivo de producción y consumo.

En Venezuela a razón de cuantificar estos consumos, el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (M.S.A.S.) ha creado Normas Sanitarias, como la publicada en Gaceta Oficial N° 4044 Extraordinario, donde se asignan cifras para las dotaciones de agua dependiendo del área de la parcela o tipos de edificaciones expresándolas en L/día/parcela, L/pers/día.

2.2.12.1 Consumo medio anual

Es el que resulta de multiplicar la dotación por el número de habitantes y por los 365 días del año: (Ver ecuación 2.7)

Donde:

$$Q = D \times P \times 365 \quad \text{Ec (2.7)}$$

Q_{ma} = Es el consumo medio anual en m³/dia. D = dotación lt/hab/dia.

P = es el número de habitantes.

- Consumo medio diario anual

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. (Ver ecuación 2.8)

$$Q = D \times P \quad \text{Ec (2.8)}$$

El gasto máximo diario alcanzará probablemente el 120% del diario medio anual y puede llegar hasta el 150% (1,2 a 1,5), es decir: (Ver ecuación 2.9)

Donde:

$$Q_{md} = Q_{md} \times K_1 \quad \text{Ec (2.9)}$$

Q_{md} = Caudal máximo diario m³/día

K_1 = coeficiente de variación diaria (1,2 a 1,5).

- Consumo maximo horario. (Ver ecuación 2.10)

$$Q = D \times P \quad 86400 \quad \text{Ec (2.10)}$$

Donde:

Q_{mh} = consumo máximo horario en lt/s

El gasto máximo horario será probablemente de alrededor del 150% del promedio para aquel día y puede llegar hasta el 200% (1,5 a 2). Así mismo, Valdez (1994), en la figura 10, define el valor del caudal a utilizar para el cálculo de cada elemento del sistema. (Ver ecuación 2.11 y ver figura 2.1)

$$Q_{mh} = Q_{mh} \times K_2 \quad \text{Ec. (2.11)}$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario lt/s

K_2 = coeficiente de variación horaria.

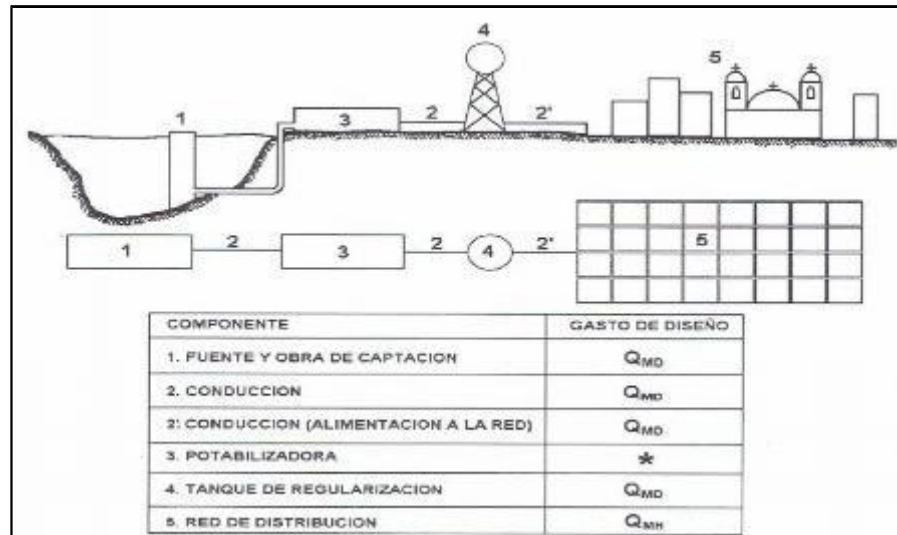


Figura 2.1. . Gasto de diseño para el cálculo de cada elemento del sistema

Fuente: Valdez (1994).

Consumo máximo diario (Q_{md}) = 1.3

Consumo máximo horario (Q_{mh}) = 1.5

2.2.13 Cálculo de una línea de conducción por bombeo.

Cuando la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel inferior al depósito o a la población, el agua captada se impulsa por bombeo. Cuando se llega a este caso, se elige el diámetro adecuado mediante un análisis económico, ya que, si el diámetro es pequeño, la pérdida de carga es grande y entonces habrá que usar una bomba de carga elevada que logre vencer las pérdidas, siendo por esta razón del elevado el costo de la impulsión.

Por el contrario, si el diámetro de la tubería es grande, la pérdida de carga es pequeña y la altura a elevar el agua será menor, lo que se traducirá en menor costo de bombeo, pero con una tubería de mayor diámetro y precio.

En resumen, en el primer caso, la tubería es barata y el costo de bombeo es grande; en el segundo, sucede lo inverso: la tubería es costosa y el costo de bombeo es reducido.

Otro punto a tomar en cuenta es que, mientras menor es el tiempo de bombeo que se quiera emplear, mayor será el gasto por conducir, en la tabla X se muestra los caudales máximos que debe tener en función de las horas de bombeo. (Ver tabla 2.9)

Tabla 2.9. Caudal máximo diario según las horas de bombeo.

Hrs de Bombeo	Qmax Diario
24h	Qmax Diario
20h	1.2 Qmax Diario
16h	1.5 Qmax Diario
12h	2.0 Qmax Diario
8h	3.0 Qmax Diario

Fuente: Arocha (1986).

8h 3.0 Qmax Diario

Fuente: Arocha (1986).

Se debe aumentar el tiempo de bombeo cuando sea necesario satisfacer la demanda del día de máximo consumo. El número de unidades dependerá fundamentalmente del gasto de bombeo y de sus variaciones; debiendo, además, suponer un margen de seguridad, previendo equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

2.2.14 Selección del diámetro de la tubería.

El cálculo hidráulico en este caso toma en cuenta la obtención del diámetro más económico, analizando cuidadosamente el perfil de la línea y los efectos del golpe de ariete, el cual se produce por las interrupciones de la energía eléctrica o durante las operaciones de paro o puesta en marcha del equipo de bombeo. Los diámetros por analizar para el cálculo del diámetro más económico deben satisfacer el requisito de que la velocidad que se obtenga con ellos al aplicar la ecuación de continuidad sea menor de 2.0 m/s. Para proponer los diámetros por analizar, se puede aplicar la fórmula de BRESSE. (Ver ecuación 2.12 y 2.13)

$$D = K \times (Q)^{1/2} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Para bombeos de 24h donde $K = 1,3$ D = diámetro en m

Q = caudal en m³/s

$$D = K \times X^{1/4} (Q)^{1/2} \quad \text{Ec. (2.13)}$$

$$X = H_b \quad \text{Ec. (2.14)}$$

Para bombeos menores a 24h H_b = horas de bombeo.

Para elegir los diámetros por analizar se recurre a datos empíricos en donde la velocidad del agua en un diámetro económico gira alrededor de 1.20 m/s. por tanto, para fijar los diámetros por analizar basta recurrir a la fórmula de la ecuación (17) de continuidad, donde conocemos la velocidad. De esta forma se tiene un punto de partida para inicial el análisis económico que nos

permite estar cerca del diámetro buscado sin hacer más tanteos que los necesarios.

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{Ec. (2.15)}$$

$$Q = A \times V \quad \text{Ec. (2.16)}$$

Sustituyendo la ecuación de A en Q, y despejando D se tiene

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad \text{Ec. (2.17)}$$

Donde:

V = 1,2 m/s

Q = m³/s (si esta en l/s se divide entre 1000 para llevarlo a m³/s)

D = diámetro de la tubería (m)

De esta forma se tiene un punto de partida para iniciar el análisis económico que nos permite estar cerca del diámetro buscado sin hacer más tanteos que los necesarios.

2.2.15 Potencia del equipo de bombeo.

Las bombas más frecuentes utilizadas en los sistemas de tuberías se clasifican en bombas centrífugas, bombas de flujo axial y bombas de flujo mixto. Para la misma potencia de entrada y para igual eficiencia, las bombas centrífugas se caracterizan por presentar una presión relativamente alta con un caudal bajo, las bombas de flujo axial generan un caudal alto con una baja

presión y las de flujo mixto tienen características que la ubican en un rango intermedio con respecto a los dos casos anteriores.

La condición de trabajo de cualquier bomba está definida principalmente por algunos factores entre los que podemos mencionar:

- Caudal o gasto de bombeo (Q_b): Es el volumen de líquido que fluye a través de la bomba por unidad de tiempo. Se expresa con frecuencia en m^3/s o l/s .
- Altura Estática de Bombeo (H_e): En las condiciones que usualmente prevalecen en los sistemas de abastecimiento, es la diferencia de cotas entre las superficies libres de agua (presión atmosférica) en las estructuras de descarga y alimentación a una línea de bombeo, respectivamente. Se expresa en metros de columna de líquido.
- Altura Total de Bombeo (H): Corresponde a la energía por unidad de peso o altura total transferida al fluido por la bomba, y que es equivalente a la altura de descarga H_D menos la altura total de succión H_S más las pérdidas.
- Rendimiento o Eficiencia (η): El incremento de la energía por unidad de tiempo, o potencia P_u que recibe el líquido a la salida de la bomba, es siempre inferior a la potencia P en el eje del motor, en razón de las pérdidas hidromecánicas que tienen lugar en el interior de la máquina hidráulica. Rendimiento o eficiencia se expresa:

- Potencia (P): Se refiere a la potencia en el eje de transmisión, o sea la requerida por la bomba en un determinado punto de trabajo y es equivalente a la relación:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_m}{75 \times \eta} \quad \text{Ec. (2.18)}$$

Dónde:

P: Potencia (HP).

γ : Peso específico del agua 1000 Kgf/m³. Q: Caudal de bombeo (m³/s).

H_m: Altura de bombeo (m).

η : Eficiencia de la bomba (0,75).

- Perdida de carga por fricción.

$$hf = \frac{10.3 \times n^2 \times Q^2}{D^5} \quad \text{Ec. (2.19)}$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de manning (figura 13) v = velocidad media del agua en m/s

D = diámetro de la tubería en m Q = gasto a conducir en m³/s

2.2.16 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento se calcula con la ecuación 2.19

$$r = \left[\left(\frac{P_f}{P_{uc}} \right)^{\frac{1}{T_f - T_{uc}}} - 1 \right] \quad \text{Ec. 2.20}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento

P_f = población del último censo

P_u = población de un censo anterior

T_f = Año del último censo

T_u = Año de un censo anterior

2.2.17 Caudal medio

Para el caudal medio se utiliza la ecuación 2.21

$$Q_{medio} = \frac{dotacion \times habitantes}{3600 \times 24 (seg/dia)} \quad \text{Ec. 2.21}$$

2.2.18 Caudal medio por metro de tubería

Para el cálculo de este caudal se utiliza la ecuación 2.22

$$q = \frac{Q_{medio}}{Longitud\ total} \quad \text{Ec. 2.22}$$

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo, se especificó la metodología utilizada para cumplimiento de los objetivos, indicando el tipo y nivel de la investigación, también se establecen las técnicas e instrumentos aplicados junto con la población y muestra presente en el estudio. En la metodología se explica mediante tablas y figuras todo el proceso del diagnóstico, análisis y la propuesta a utilizar para solucionar los problemas del sistema de abastecimiento de red actual.

3.1 Tipo de investigación.

De acuerdo al tipo de investigación seleccionado en el siguiente estudio, se determinaron los pasos a seguir en el mismo, en cuanto a la aplicación de técnicas, métodos y procedimientos, a fin de determinar el enfoque de la investigación mediante los instrumentos de recolección de información, al igual que la manera en que se analizaron los datos recaudados.

Ahora bien, de acuerdo a Arias (2016),

“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. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.” (pág.27).

Con base en lo previamente expuesto, el tipo de investigación empleado en el presente estudio es documental. El propósito de la investigación documental es el de llegar a conocer, las condiciones predominantes en el objeto de estudio, a través de la descripción exacta de las actividades, procesos y personas. Su fin no se limita únicamente a la recolección de datos, sino también a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Por otro lado, también se enfoca en una investigación de campo, en vista de que se analizó la situación existente directamente en el lugar donde ocurren los hechos, que es la zona alta de Puerto La Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, Alimentador Monte Cristo). Por lo tanto, esta investigación se basó en la recolección de datos sobre diferentes aspectos relacionados con la propuesta del proyecto de Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estación de Bombeo La Caraqueña, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoátegui.

3.2 Nivel de la investigación.

El nivel de investigación según Arias (2016), “se refiere al grado o profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio.” (p.23). Dicho esto, el nivel de investigación que se abordó en el trabajo de investigación es descriptiva. Este nivel hace énfasis sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.

Arias (2016) señala que “este nivel de investigación consiste en la

caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de conocer su estructura o comportamiento. En él, se miden de forma independiente las variables.” (p.24). Dicho esto, la investigación comprendió la descripción de cada etapa de la Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estación de Bombeo La Caraqueña, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoátegui, con el objetivo de diseñar una estructura hidráulica, óptima y eficiente, la cual satisfará la demanda del mismo en la estructura.

3.3 Técnicas utilizadas.

3.3.1 Técnicas para la recolección de datos.

Las técnicas que se emplearon en la presente investigación se producen a través de la observación directa, el análisis documental y la entrevista no estructurada, las cuales fueron aplicadas al personal de HIROCARIBE encargado de del sistema en estudio.

- **Observación Directa:** se utilizó para la investigación en diversas actividades y objetivos acerca de los hechos de carácter relevante y se llevó a cabo realizando visitas de campo y midiendo el entorno del lugar, ordenando y estructurando la información en beneficio de responder la demanda de los objetivos a investigar, al recabar la información necesaria.
- **Registro de observación documental:** forma parte del proceso de investigación, el cual se llevó a cabo con la finalidad de recopilar datos e información vinculados directamente con el estudio. En este sentido, se investigó sobre normas de diseño, tales como la Normas del Instituto

Nacional de Obas Sanitarias “I.N.O.S.” (1965a) y la Normas Sanitarias para Proyectos, Construcción Reparaciones, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones Gaceta Oficial Extraordinaria No. 4044 del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social y del Desarrollo Urbano “MSAS” del año 1988, con el fin de recopilar información para realizar la evaluación y mejoras del sistema.

- **Entrevista no estructurada:** para la ejecución del estudio se aplicó esta técnica con el propósito de obtener opiniones e información técnica, que se encuentre directamente relacionado con la problemática que se abordó en la investigación, realizando preguntas espontaneas respecto a la problemática a investigar

3.3.2 Técnicas para el análisis de datos.

- **Análisis documental:** El análisis documental permitió representar un documento y su contenido, con la finalidad de posibilitar su recuperación posterior e identificarlo. Además, se utilizó como intermediario o instrumento de búsqueda para obtener información referente al tema estudiado.
- **Análisis cualitativo:** Esta técnica permitió la observación directa en sitio, y de documentos en general que aportaron información de utilidad para el desarrollo del presente proyecto. En este caso fueron sometidos los datos obtenidos por medio del uso de programas, tales como AutoCAD y Epanet.

3.3.3 Instrumentos utilizados.

- **Lista de cotejo:** se utilizó para la verificación de los aspectos

observados en campo para la realización del diseño.

- **Cámara fotográfica y de video:** útil para llevar a cabo la documentación del proceso de diseño.
- **Libreta de notas:** para tomar apuntes de las respuestas obtenidas de la entrevista y para utilizar posteriormente los datos.

3.3.4 Herramientas utilizadas.

- **Computador portátil:** HP, para redacción digital e investigación del proyecto.
- **Memoria USB (Pendrive):** Utilizado para el resguardo de la información suministrada del diseño hidráulico, así como los diferentes manuales y normas recopiladas de las referencias bibliográficas relacionadas con el abastecimiento de agua potable.
- **Programas:** Permitió transcribir, guardar, corregir y presentar en digital toda la información recolectada, así como también permitió la utilización de programas como AutoCAD 2014 y Microsoft WORD 2019 que permitió el análisis de los datos y la elaboración de los planos y los detalles en los objetivos planteados. Como también, el programa Excel, donde se realizaron los Análisis de Precio Unitario, y el presupuesto que conlleva el diseño.
- **Herramientas de oficina:** tales como borradores, lápices, bolígrafos, hojas de papel bond tipo carta, cuaderno de anotaciones, entre otros, con la finalidad de llevar un control en físico de todos los factores que surgieron durante el proceso.

3.4 Procesamiento de datos.

Una vez recopilados los datos a través de la aplicación de los instrumentos de recolección, fue necesario someterlos a un conjunto de

operaciones que permitieron su correcta interpretación con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados, es allí donde entra en juego el procesamiento de los datos, que no es más que la simple clasificación, registro, tabulación y descripción de los datos obtenidos.

En el caso particular de esta investigación se fundamentó en la aplicación de las Normas del Instituto Nacional de Obas Sanitarias "I.N.O.S." (1965a) y la Normas Sanitarias para Proyectos, Construcción Reparaciones, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones Gaceta Oficial Extraordinaria No. 4044 del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social y del Desarrollo Urbano "MSAS" del año 1988.

3.5 Población y muestra

"La población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación" (Arias 2012) (P.81)

"El conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada". (Tamayo y Tamayo 2006), (p.176)

La población de este proyecto de investigación es el sector de valle verde ubicado en el estado Anzoátegui, en donde la muestra es el sistema de abastecimiento de agua potable presente en el mismo sector.

3.6 Etapa de proyecto

3.6.1 Recopilación de información bibliográfica

Se realizó mediante la consulta de material e investigaciones disponibles y relacionadas con el problema de investigación. Se llevaron a cabo consultas en diferentes institutos para obtener datos demográficos y propios de instalaciones de abastecimiento de agua. Así como de las leyes y decretos que los rigen. Universidad de Oriente (UDO-Anzoátegui); Hidrológica del Caribe (HIDROCARIBE-Anzoátegui); Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARNR); Instituto Nacional de Estadística (INE), entre otros.

3.6.2 Diagnóstico de la condición actual del sistema de abastecimiento de aguapotable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo

Se realizaron visitas a las estaciones de bombeo que conforman esta red, con el acompañamiento de ingenieros de HIDROCARIBE, en donde se realizaron entrevistas no estructuradas (Ver fig. 3.1, 3.2 y 3.3) con el fin de conocer la situación actual de esta red y los procesos que se llevan a cabo dentro de las mismas. Esta red conformada por dos estaciones y un tanque como se observa en la figura 3.4.



Figura 3.1. Visita y entrevistas no estructurada (a)
Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 3.2. Visita y entrevistas no estructurada (b)
Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 3.3. Visita y entrevistas no estructurada (c)

Fuente: Elaborado por los autores.

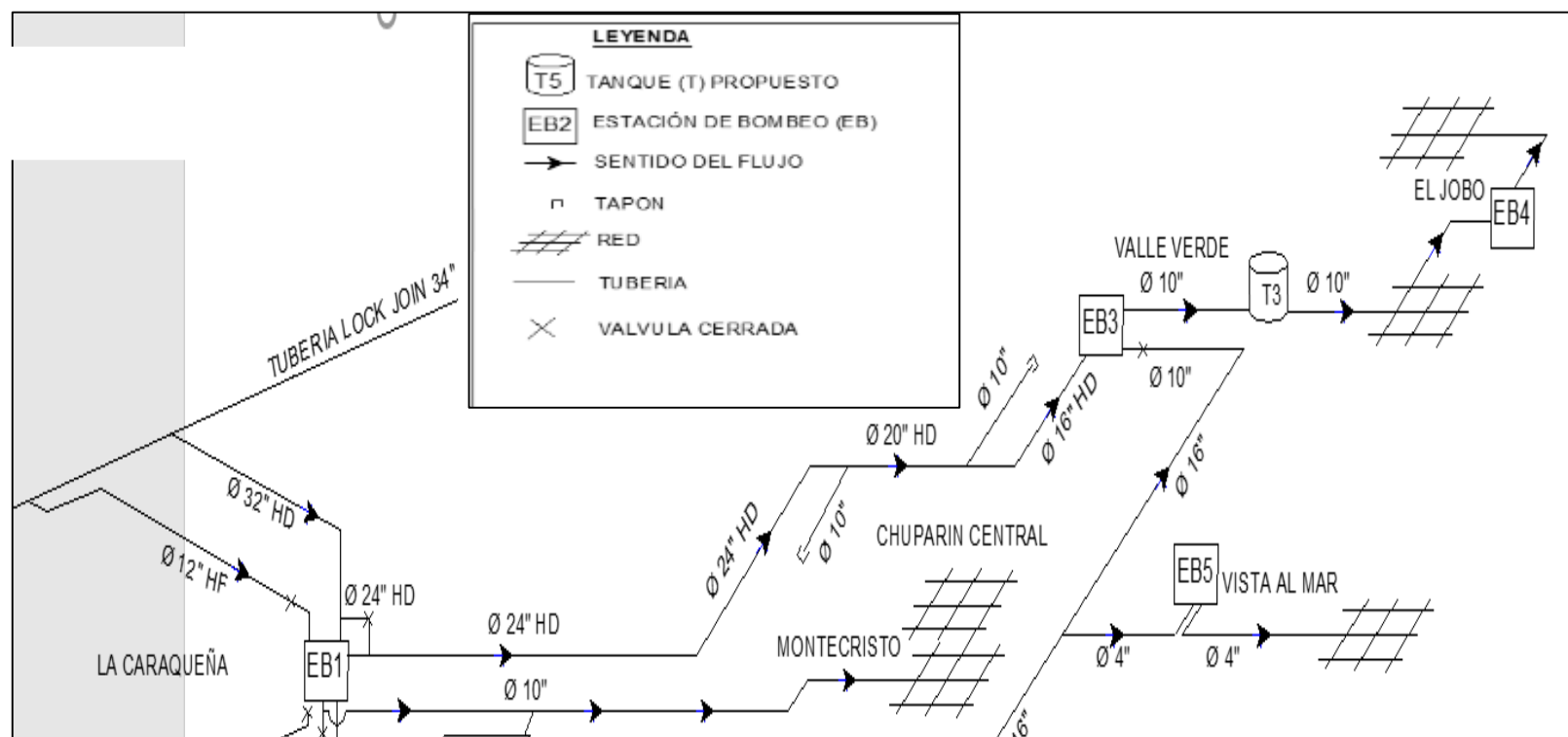


Figura 3.4. Red de distribución

Fuente: Hidrocaribe. (2023)

Esta red inicia en la estación de bombeo de la Caraqueña, de ahí parte hacia la estación de bombeo de Valle Verde la cual se encarga de suministrar agua al tanque para así abastecer a los sectores.

En las figuras 3.5, 3.6 y 3.7 se muestran las visitas realizadas al lugar, en donde también se realizaron entrevistas no estructuradas de las cuales se recopiló información sobre los siguientes puntos: Bombeo, caudal, diámetros de tuberías y distribución de la misma.



Figura 3.5. Estación de bombeo La Caraqueña

Fuente: Elaborada por los autores



Figura 3.6. Estación de La Caraqueña
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 3.7. Tanque de Valle Verde
Fuente: Elaborada por los autores

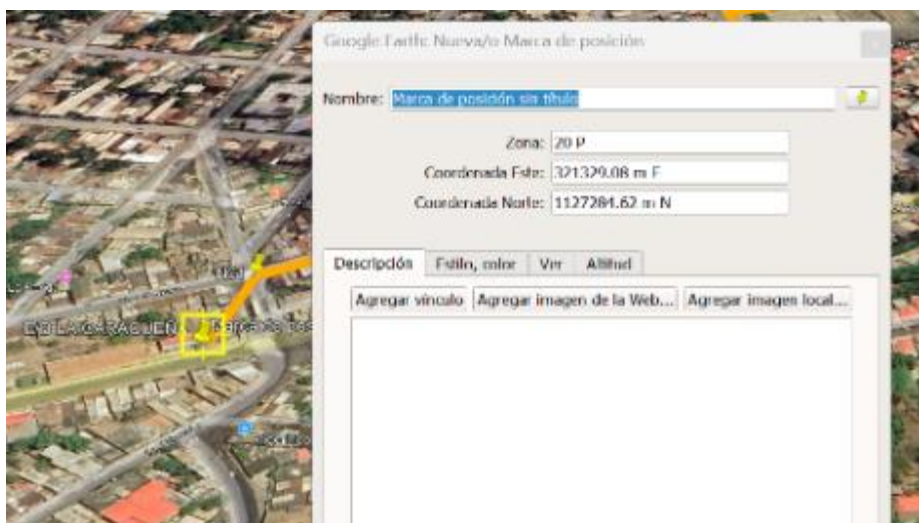


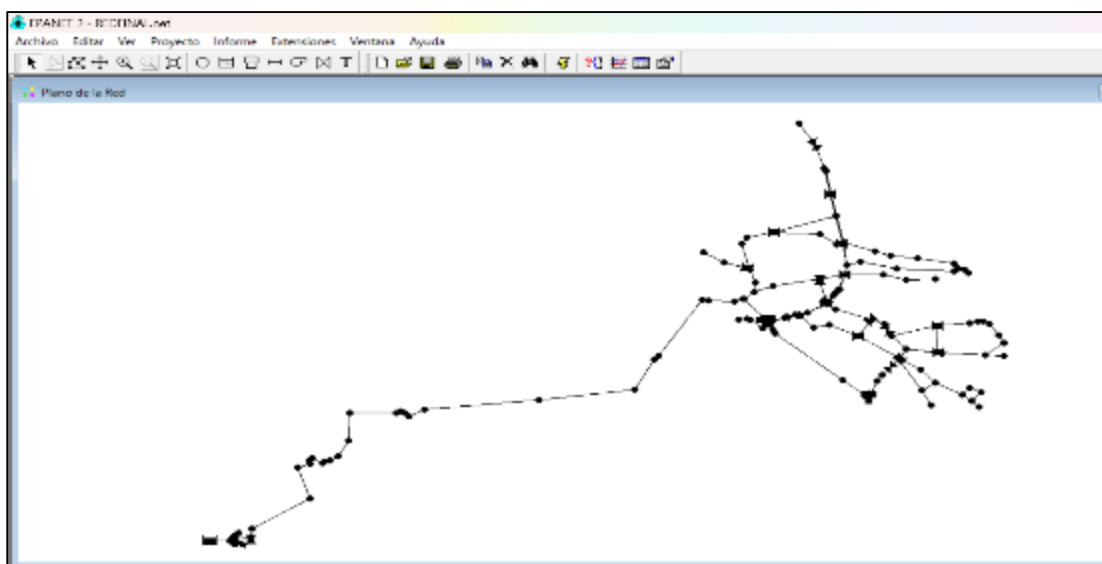
Figura 3.9. Coordenada del nodo de la estación de La Caraqueña
 Fuente: Google Earth. (s.f.) [Puerto la Cruz. Zona alta. Valle Verde]
 Recuperado: Google Earth Pro



Figura 3.10. Cota del nodo de la estación de La Caraqueña
 Fuente: Google Earth. (s.f.) [Puerto la Cruz. Zona alta. Valle Verde]
 Recuperado: Google Earth Pro

Conocida la distancia, coordenadas y cotas se dibujó en Epanet los datos obtenidos como se puede apreciar en la figura 3.11.

Figura 3.11. Red de Distribución de la zona alta de Puerto La Cruz



Fuente: Elaborada por los autores

Una vez trazada la red en el programa se procedió a introducir los diámetros y rugosidades correspondientes a cada tubería. Estos datos fueron otorgados por hidrocaribe los cuales se muestran en la figura 3.12.

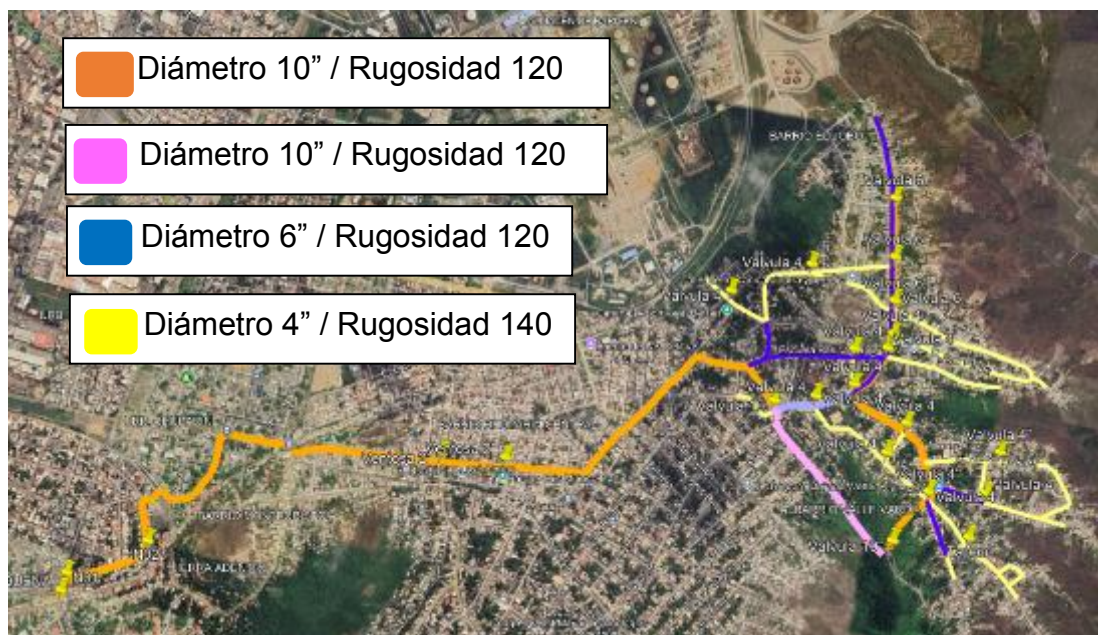


Figura 3.12. Diámetros y rugosidades de las tuberías de la zona alta de Puerto la Cruz

Fuente: Proporcionada por Hidrocaribe

Por último, se colocó los datos de la bomba y tanque los cuales se encuentran detallados en el capítulo 4.1.

3.6.3.2 Censo poblacional

Para el cálculo del caudal que exige la zona en estudio, se realizó un censo poblacional con información que se obtuvo de la junta comunal de los distintos sectores, dando como resultado 22.319 habitantes. Para hacer una proyección de la población futura se obtuvo un censo anterior proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en la tabla 3.1 se muestra la estadística mencionada.

Tabla 3.1. Población en el municipio Sotillo.

Entidad Federal, Municipio y Parroquia	2000	2010	2020	2030	2040
Municipio Juan Antonio Sotillo	202.400	252.794	306.481	359.996	406.290
Parroquia Capital Puerto La Cruz	71.136	88.967	108.098	127.356	144.276
Parroquia Pozuelos	131.264	163.827	198.383	232.640	262.014

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Los censos registrados en INE que se muestra en la tabla 3.1 son de parroquias y municipios, y no especifican la población perteneciente a la zona de estudio, en vista de este inconveniente se calculó una tasa de crecimiento de la parroquia pozuelo que es donde pertenece la zona de estudio utilizando la ecuación 2.20, dicho valor calculado se tomó para la proyección futura de la zona de Valle Verde.

Sustituyendo los valores correspondientes del censo del 2010 al 2020 de la parroquia Pozuelo en la ec. 2.20, se obtuvo los siguientes valores:

$$r = \left[\left(\frac{198.383}{163.827} \right)^{\frac{1}{2020-2010}} - 1 \right] = 0,01933$$

Sabiendo que este valor se tomara como una tasa de crecimiento referencial para la proyección futura en la zona alta de Puerto la Cruz se usara la ecuación 2.3 para proyectar la población al año 2044 que es el periodo de diseño estipulado

$$pf = 22319 \times (1 + 0.01933)^{(2044-2024)} = 32731 \text{ hab.}$$

3.6.3.3 Caudal medio (año 2024)

Una vez calculada la población se determinó el caudal medio presente en la zona de estudio, utilizando la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Consumo mínimo de agua para fines de diseño cuando no se tengan datos confiables de consumo según " Normas para el diseño de Abastecimiento de Agua ". (INOS, 1965)

Población	Servicio con medidores	Servicio sin medidores
Hasta 20.000	200 litros/persona/día	400 litros/persona/día
20.000 a 50.000	250 litros/persona/día	500 litros/persona/día
Mayor de 50.000	300 litros/persona/día	600 litros/persona/día

Fuente: INOS 1965

Posteriormente se calculo el caudal medio actual tomando en cuenta una dotacion de 250 litros/persona/día debido a que la población es 22319, el cual realizando la siguiente ecuación (2.21) obtenemos:

$$Q_{medio} = \frac{250 \times 22319}{3600 \times 24 \text{ (seg/día)}} = 64,58 \text{ l/seg}$$

Se calculó el caudal medio por metro de tubería total utilizando la ecuación 2.22, donde se obtuvo una longitud de 13861.17 esta medida fue tomada de epanet. Sustituyendo los valores correspondientes se obtuvo:

$$q = \frac{64.58 \text{ l/s}}{13861.17 \text{ m}} = 0,004659 \frac{\text{l}}{\text{s.m}}$$

3.6.3.4 Caudal medio consumido por tubería (año 2024)

Fue necesario el cálculo del caudal medio consumido por tubería y para determinarlo se utilizó la longitud de cada tubería presente en la zona alta de Puerto la Cruz y posteriormente ser multiplicado por “q” como se muestra en la tabla 3.3 a 3.6.

Tabla 3.3. Valores del caudal medio por tubería (a)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 41	16,78	0,078178
Tubería 42	11,35	0,052880
Tubería 43	22,32	0,103989
Tubería 44	396,94	1,849343
Tubería 45	143,71	0,669545
Tubería 46	4,36	0,020313
Tubería 48	153,04	0,713013
Tubería 49	3,29	0,015328
Tubería 50	2,4	0,011182
Tubería 51	57,69	0,268778
Tubería 53	199,88	0,931241
Tubería 54	86,24	0,401792
Tubería 59	48,41	0,225542
Tubería 60	54,55	0,254148
Tubería 62	52,67	0,245390
Tubería 63	49,78	0,231925
Tubería 64	3,45	0,016074
Tubería 66	163,93	0,763750
Tubería 71	37,61	0,175225
Tubería 72	25,45	0,118572
Tubería 73	29,88	0,139211
Tubería 74	76,28	0,355389
Tubería 75	46	0,214314
Tubería 76	102,85	0,479178
Tubería 79	209,79	0,977412
Tubería 80	73,08	0,340480
Tubería 81	62,62	0,291747
Tubería 82	170,06	0,792310
Tubería 86	84,52	0,393779
Tubería 87	51,95	0,242035
Tubería 89	149,39	0,696008
Tubería 92	105,1	0,489661
Tubería 93	131,3	0,611727
Tubería 94	62,07	0,289184
Tubería 95	169,64	0,790353
Tubería 96	259,46	1,208824

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.4. Valores del caudal medio por tubería (b)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 97	22,34	0,104082
Tubería 98	30,29	0,141121
Tubería 99	25,68	0,119643
Tubería 102	165,05	0,768968
Tubería 103	33,63	0,156682
Tubería 100	82,9	0,386231
Tubería 106	52,23	0,243340
Tubería 107	116,43	0,542447
Tubería 110	144,31	0,672340
Tubería 111	151,19	0,704394
Tubería 112	116,27	0,541702
Tubería 114	214,02	0,997119
Tubería 115	88,16	0,410737
Tubería 116	62,16	0,289603
Tubería 117	50,68	0,236118
Tubería 12	297,84	1,387637
Tubería 15	40,71	0,189668
Tubería 120	118,24	0,550880
Tubería 121	110,04	0,512676
Tubería 119	140,99	0,656872
Tubería 130	97,64	0,454905
Tubería 134	101,75	0,474053
Tubería 140	11,76	0,054790
Tubería 141	39,05	0,181934
Tubería 151	8,51	0,039648
Tubería 155	74,85	0,348726
Tubería 40	14,56	0,067835
Tubería 7	146,69	0,683429
Tubería 84	60,99	0,284152
Tubería 105	176,28	0,821289
Tubería 118	59,35	0,276512
Tubería 125	20,06	0,093460
Tubería 126	19,21	0,089499
Tubería 127	51,23	0,238681
Tubería 128	17,83	0,083070
Tubería 129	21,01	0,097886

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.5. Valores del caudal medio por tubería (c)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 146	45,83	0,213522
Tubería 147	97,93	0,456256
Tubería 148	147,84	0,688787
Tubería 149	213,29	0,993718
Tubería 158	21,55	0,100401
Tubería 159	21,25	0,099004
Tubería 160	26,25	0,122299
Tubería 161	82,61	0,384880
Tubería 162	515,83	2,403252
Tubería 163	437,32	2,037474
Tubería 164	188,35	0,877523
Tubería 165	23,64	0,110139
Tubería 166	363,9	1,695410
Tubería 167	28,77	0,134039
Tubería 168	116,67	0,543566
Tubería 169	39,34	0,183285
Tubería 170	168,48	0,784948
Tubería 171	10,76	0,050131
Tubería 177	309,84	1,443545
Tubería 1	96,67	0,450386
Tubería 5	6,36	0,029631
Tubería 6	15,23	0,070957
Tubería 11	80,74	0,376168
Tubería 8	1,48	0,006895
Tubería 17	1,45	0,006756
Tubería 18	46,76	0,217855
Tubería 19	41,74	0,194467
Tubería 20	69,31	0,322915
Tubería 21	24,05	0,112049
Tubería 10	143,1	0,666703
Tubería 23	5,16	0,024040
Tubería 24	119,29	0,555772
Tubería 9	196,32	0,914655
Tubería 29	224,88	1,047716
Tubería 30	144,58	0,673598
Tubería 31	69,24	0,322589

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.6. Valores del caudal medio por tubería (d)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 34	77,14	0,359395
Tubería 35	39,85	0,185661
Tubería 36	78,36	0,365079
Tubería 37	61,52	0,286622
Tubería 38	14,82	0,069046
Tubería 47	106,11	0,494366
Tubería 52	39,61	0,184543
Tubería 61	67,43	0,314156
Tubería 68	90,39	0,421127
Tubería 69	94,62	0,440835
Tubería 77	124,19	0,578601
Tubería 39	100	0,465900
Tubería 65	143,28	0,667542
Tubería 70	207,23	0,965485
Tubería 78	104,11	0,485048
Tubería 83	96,26	0,448475
Tubería 85	139,4	0,649465
Tubería 88	74,13	0,345372
Tubería 101	66,07	0,307820
Tubería 56	103,26	0,481088
Tubería 57	90,85	0,423270
Tubería 124	114,37	0,532850
Tubería 132	115,89	0,539932
Tubería 133	122,7	0,571659
Tubería 138	24,42	0,113773
Tubería 139	92,52	0,431051
Tubería 142	204,4	0,952300
Tubería 143	128,09	0,596771
Tubería 144	122,3	0,569796
Tubería 150	121,6	0,566534
Tubería 152	153,43	0,714830
Tubería 154	168,14	0,783364
Tubería 13	52,48	0,244504
Tubería 14	74,62	0,347655

Fuente: Elaborada por los autores

3.6.3.5 Demanda base presente en cada nodo (2024)

Para el diseño se necesitó la demanda base presente en cada nodo de la red de distribución de agua potable y para ello se tomó los valores de la tabla 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 y en vista de que en los nodos se toma en cuenta la mitad del caudal por tramo de tubería se dividió dichos valores entre dos y posteriormente se sumaron los caudales divididos de cada tubería que llega a los nodos. (Ver tabla 3.7 a 3.9)

Tabla 3.7. Demanda base de los nodos (2024) (a)

ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS
Conexión 1	0.14	Conexión 32	0.89	Conexión 51	0.20
Conexión 6	0.86	Conexión 33	0.90	Conexión 52	0.46
Conexión 2	1.13	Conexión 34	0.33	Conexión 55	0.56
Conexión 3	0.54	Conexión 35	0.36	Conexión 56	23.00
Conexión 5	0.18	Conexión 36	0.48	Conexión 57	0.27
Conexión 15	0.09	Conexión 37	0.41	Conexión 58	0.36
Conexión 16	0.15	Conexión EB.VALLEVERDE	0.02	Conexión 59	0.11
Conexión 17	0.25	Conexión 7	0.04	Conexión 61	0.56
Conexión 18	0.08	Conexión 13	0.07	Conexión 62	0.88
Conexión 19	0.15	Conexión 14	0.97	Conexión 63	0.38
Conexión 20	0.33	Conexión 23	1.25	Conexión 64	0.66
Conexión 21	0.56	Conexión 39	0.34	Conexión 67	0.82
Conexión 22	0.84	Conexión 44	0.56	Conexión 68	0.31
Conexión 24	0.99	Conexión 45	0.82	Conexión 69	0.18
Conexión 25	0.09	Conexión 46	0.48	Conexión 70	0.11
Conexión 26	0.10	Conexión 47	0.65	Conexión 71	0.23
Conexión 27	0.25	Conexión 48	0.52	Conexión 72	0.27
Conexión 28	1.39	Conexión 50	0.83	Conexión 73	0.33
Conexión 29	2.21	Conexión 47	0.65	Conexión 74	0.91
Conexión 30	1.44	Conexión 48	0.52	Conexión 75	0.18
Conexión 31	0.48	Conexión 50	0.83	Conexión 38	0.31

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.8. Demanda base de los nodos (2024) (b)

ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS
Conexión 40	0.59	Conexión 88	0.05	Conexión 114	0.69
Conexión 41	0.51	Conexión 89	0.45	Conexión 115	0.47
Conexión 60	0.01	Conexión 90	0.66	Conexión 116	0.14
Conexión 65	0.17	Conexión 91	0.45	Conexión 118	0.28
Conexión 66	0.28	Conexión 92	0.99	Conexión 8	0.97
Conexión 76	0.31	Conexión 93	0.51	Conexión 117	0.37
Conexión 77	0.54	Conexión 103	0.21	Conexión 120	0.41
Conexión 78	0.95	Conexión 104	0.24	Conexión 121	0.52
Conexión 79	1.33	Conexión 105	0.59	Conexión 122	0.25
Conexión 80	0.29	Conexión 106	0.39	Conexión 123	0.60
Conexión 81	0.63	Conexión 107	0.63	Conexión 124	0.68
Conexión 82	0.55	Conexión 108	0.63	Conexión 125	0.26
Conexión 83	0.31	Conexión 109	0.61	Conexión 42	0.11
Conexión 84	0.53	Conexión 110	0.68	Conexión 94	0.36
Conexión 85	0.65	Conexión 111	0.62	Conexión 95	0.46
Conexión 86	0.12	Conexión 112	0.27	Conexión 96	0.38
Conexión 87	0.12	Conexión 113	1.03	Conexión 97	0.17

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.9. Demanda base de los nodos (2024) (c)

ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS
Conexión 98	0.04	Conexión 135	0.23
Conexión 99	0.23	Conexión 136	0.48
Conexión 100	0.33	Conexión 137	0.24
Conexión 101	0.33	Conexión 138	0.72
Conexión 102	0.27	Conexión 53	0.21
Conexión 126	0.26	Conexión 54	0.20
Conexión 127	0.19	Conexión 141	0.09
Conexión 128	0.11	Conexión 142	0.27
Conexión 129	0.09	Conexión 143	0.27
Conexión 130	0.32	Conexión 144	0.47
Conexión 131	0.37	Conexión 145	0.05
Conexión 132	0.49	Conexión 146	0.57
Conexión 133	0.85	Conexión 147	0.39
Conexión 139	0.03	Conexión 43	0.14
Conexión 140	0.17	Conexión 11	0.62
Conexión 4	1.00	Conexión 12	0.60
Conexión 119	0.19		
Conexión 134	0.21		

Fuente: Elaborada por los autores

3.6.3.6 Caudal medio (año 2044)

Se determinó el caudal medio presente en la zona de estudio, utilizando la tabla 3.2.

Posteriormente se calculo el caudal medio actual tomando en cuenta una dotacion de 250 litros/persona/día debido a que la población es 32731 hab , el cual realizando la siguiente ecuación (2.21) obtenemos:

$$Q_{medio} = \frac{250 \times 32731}{3600 \times 24 \text{ (seg/dia)}} = 94,71 \text{ l/seg}$$

Se calculó el caudal medio por metro de tubería total utilizando la ecuación 2.22, donde se obtuvo una longitud de 13861.17 esta medida fue tomada de epanet. Sustituyendo los valores correspondientes se obtuvo:

$$q = \frac{94,71 \text{ l/s}}{13861.17 \text{ m}} = 0,006832 \frac{\text{l}}{\text{s.m}}$$

3.6.3.7 Caudal medio consumido por tubería (año 2044)

Fue necesario el cálculo del caudal medio consumido por tubería y para determinarlo se utilizó la longitud de cada tubería presente en la zona alta de Puerto la Cruz y posteriormente ser multiplicado por “q” como se muestra en la tabla 3.10 a 3.14.

Tabla 3.10. Valores del caudal medio por tubería (a)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 41	16,78	0,114641
Tubería 42	11,35	0,077543
Tubería 43	22,32	0,152490
Tubería 44	396,94	2,711894
Tubería 45	143,71	0,981827
Tubería 46	4,36	0,029788
Tubería 48	153,04	1,045569
Tubería 49	3,29	0,022477
Tubería 50	2,4	0,016397
Tubería 51	57,69	0,394138
Tubería 53	199,88	1,365580
Tubería 54	86,24	0,589192
Tubería 59	48,41	0,330737
Tubería 60	54,55	0,372686
Tubería 62	52,67	0,359841
Tubería 63	49,78	0,340097
Tubería 64	3,45	0,023570
Tubería 66	163,93	1,119970
Tubería 71	37,61	0,256952

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.11. Valores del caudal medio por tubería (b)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 72	25,45	0,173874
Tubería 73	29,88	0,204140
Tubería 74	76,28	0,521145
Tubería 75	46	0,314272
Tubería 76	102,85	0,702671
Tubería 79	209,79	1,433285
Tubería 80	73,08	0,499283
Tubería 81	62,62	0,427820
Tubería 82	170,06	1,161850
Tubería 86	84,52	0,577441
Tubería 87	51,95	0,354922
Tubería 89	149,39	1,020632
Tubería 92	105,1	0,718043
Tubería 93	131,3	0,897042
Tubería 94	62,07	0,424062
Tubería 95	169,64	1,158980
Tubería 96	259,46	1,772631
Tubería 97	22,34	0,152627
Tubería 98	30,29	0,206941
Tubería 99	25,68	0,175446
Tubería 102	165,05	1,127622
Tubería 103	33,63	0,229760
Tubería 100	82,9	0,566373
Tubería 106	52,23	0,356835
Tubería 107	116,43	0,795450
Tubería 110	144,31	0,985926
Tubería 111	151,19	1,032930
Tubería 112	116,27	0,794357
Tubería 114	214,02	1,462185
Tubería 115	88,16	0,602309
Tubería 116	62,16	0,424677
Tubería 117	50,68	0,346246
Tubería 12	297,84	2,034843
Tubería 15	40,71	0,278131

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 3.12. Valores del caudal medio por tubería (c)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 120	118,24	0,807816
Tubería 121	110,04	0,751793
Tubería 119	140,99	0,963244
Tubería 130	97,64	0,667076
Tubería 134	101,75	0,695156
Tubería 140	11,76	0,080344
Tubería 141	39,05	0,266790
Tubería 151	8,51	0,058140
Tubería 155	74,85	0,511375
Tubería 40	14,56	0,099474
Tubería 7	146,69	1,002186
Tubería 84	60,99	0,416684
Tubería 105	176,28	1,204345
Tubería 118	59,35	0,405479
Tubería 125	20,06	0,137050
Tubería 126	19,21	0,131243
Tubería 127	51,23	0,350003
Tubería 128	17,83	0,121815
Tubería 129	21,01	0,143540
Tubería 146	45,83	0,313111
Tubería 147	97,93	0,669058
Tubería 148	147,84	1,010043
Tubería 149	213,29	1,457197
Tubería 158	21,55	0,147230
Tubería 159	21,25	0,145180
Tubería 160	26,25	0,179340
Tubería 161	82,61	0,564392
Tubería 162	515,83	3,524151
Tubería 163	437,32	2,987770
Tubería 164	188,35	1,286807
Tubería 165	23,64	0,161508
Tubería 166	363,9	2,486165
Tubería 167	28,77	0,196557
Tubería 168	116,67	0,797089

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 3.13. Valores del caudal medio por tubería (d)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 169	39,34	0,268771
Tubería 170	168,48	1,151055
Tubería 171	10,76	0,073512
Tubería 177	309,84	2,116827
Tubería 1	96,67	0,660449
Tubería 5	6,36	0,043452
Tubería 6	15,23	0,104051
Tubería 11	80,74	0,551616
Tubería 8	1,48	0,010111
Tubería 17	1,45	0,009906
Tubería 18	46,76	0,319464
Tubería 19	41,74	0,285168
Tubería 20	69,31	0,473526
Tubería 21	24,05	0,164310
Tubería 10	143,1	0,977659
Tubería 23	5,16	0,035253
Tubería 24	119,29	0,814989
Tubería 9	196,32	1,341258
Tubería 29	224,88	1,536380
Tubería 30	144,58	0,987771
Tubería 31	69,24	0,473048
Tubería 34	77,14	0,527020
Tubería 35	39,85	0,272255
Tubería 36	78,36	0,535356
Tubería 37	61,52	0,420305
Tubería 38	14,82	0,101250
Tubería 47	106,11	0,724944
Tubería 52	39,61	0,270616
Tubería 61	67,43	0,460682
Tubería 68	90,39	0,617544
Tubería 69	94,62	0,646444
Tubería 77	124,19	0,848466
Tubería 39	100	0,683200

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 3.14. Valores del caudal medio por tubería (e)

Numero tubería	Longitud de cada tramo	Qmedio por tramo
Tubería 65	143,28	0,978889
Tubería 70	207,23	1,415795
Tubería 78	104,11	0,711280
Tubería 83	96,26	0,657648
Tubería 85	139,4	0,952381
Tubería 88	74,13	0,506456
Tubería 101	66,07	0,451390
Tubería 56	103,26	0,705472
Tubería 57	90,85	0,620687
Tubería 124	114,37	0,781376
Tubería 132	115,89	0,791760
Tubería 133	122,7	0,838286
Tubería 138	24,42	0,166837
Tubería 139	92,52	0,632097
Tubería 142	204,4	1,396461
Tubería 143	128,09	0,875111
Tubería 144	122,3	0,835554
Tubería 150	121,6	0,830771
Tubería 152	153,43	1,048234
Tubería 154	168,14	1,148732
Tubería 13	52,48	0,358543
Tubería 14	74,62	0,509804

Fuente: Elaborada por los autores

3.6.3.8 Demanda base presente en cada nodo (2044)

Para el diseño se necesitó la demanda base presente en cada nodo de la red de distribución de agua potable y para ello se tomó los valores de la tabla 3.10 a 3.14 y en vista de que en los nodos se toma en cuenta la mitad del caudal por tramo de tubería se dividió dichos valores entre dos y posteriormente se sumaron los caudales divididos de cada tubería que llega a los nodos. (Ver tabla 4.2 a 4.7)

3.6.4 Propuesta de una alternativa como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz.

3.6.4.1 Análisis del sistema actual (año 2024)

Se procedió a introducir la demanda base correspondiente a cada nodo en el sistema diseñado en Epanet, junto con las válvulas reguladoras que indico HIDROCARIBE para realizar el respectivo análisis (Ver fig.3.13). Obteniendo como resultado los valores de caudal y velocidad que fueron extraído de Epanet el cual los resultados en su mayoría no cumplen con la norma INOS como se puede apreciar en las tablas 3.15 a 3.19.

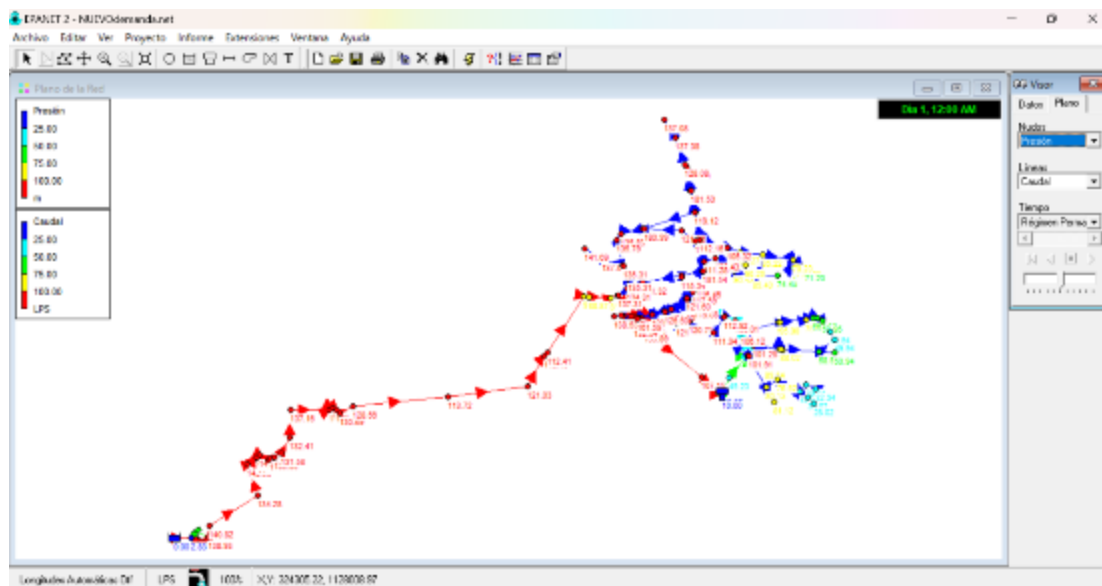


Figura 3.13. Análisis de la red.

Fuente: Epanet, modificada por los autores.

Tabla 3.15. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (a)

		Resultados obtenidos		Valores según INOS	
ID Línea	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 41	250	109.21	2.22	49.09	1.00
Tubería 42	250	109.16	2.22	49.09	1.00
Tubería 43	250	109.09	2.22	49.09	1.00
Tubería 44	250	108.12	2.20	49.09	1.00
Tubería 45	250	106.87	2.18	49.09	1.00
Tubería 46	250	106.53	2.17	49.09	1.00
Tubería 48	250	66.01	1.34	49.09	1.00
Tubería 49	250	64.74	1.32	49.09	1.00
Tubería 50	250	52.07	1.06	49.09	1.00
Tubería 51	250	32.74	0.67	49.09	1.00
Tubería 53	100	12.19	1.55	5.89	0.75
Tubería 54	100	0.20	0.03	5.89	0.75
Tubería 59	100	15.53	1.98	5.89	0.75
Tubería 62	100	8.21	1.05	5.89	0.75
Tubería 63	100	0.11	0.01	5.89	0.75
Tubería 64	100	31.84	4.05	5.89	0.75
Tubería 66	150	0.38	0.02	14.14	0.80
Tubería 71	100	0.96	0.12	5.89	0.75
Tubería 72	100	0.78	0.10	5.89	0.75
Tubería 73	100	0.67	0.09	5.89	0.75
Tubería 74	100	0.44	0.06	5.89	0.75
Tubería 75	100	0.17	0.02	5.89	0.75
Tubería 76	100	0.16	0.02	5.89	0.75
Tubería 79	100	1.63	0.21	5.89	0.75
Tubería 80	250	25.69	0.52	49.09	1.00
Tubería 81	250	25.38	0.52	49.09	1.00
Tubería 82	250	25.37	0.52	49.09	1.00
Tubería 86	250	12.93	0.26	49.09	1.00
Tubería 87	250	10.74	0.22	49.09	1.00
Tubería 89	250	4.72	0.10	49.09	1.00
Tubería 92	100	0.86	0.11	5.89	0.75
Tubería 93	100	0.31	0.04	5.89	0.75

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 3.16. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (b)

		Resultados obtenidos		Valores según INOS	
ID Línea	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 94	100	2.39	0.30	5.89	0.75
Tubería 95	100	1.86	0.24	5.89	0.75
Tubería 96	100	0.87	0.11	5.89	0.75
Tubería 97	100	0.22	0.03	5.89	0.75
Tubería 98	100	0.17	0.02	5.89	0.75
Tubería 99	100	0.05	0.01	5.89	0.75
Tubería 102	100	0.52	0.07	5.89	0.75
Tubería 103	100	0.07	0.01	5.89	0.75
Tubería 100	150	6.58	0.37	14.14	0.80
Tubería 106	150	5.88	0.33	14.14	0.80
Tubería 107	150	5.49	0.31	14.14	0.80
Tubería 110	150	1.57	0.09	14.14	0.80
Tubería 111	150	0.89	0.05	14.14	0.80
Tubería 112	150	0.27	0.02	14.14	0.80
Tubería 114	150	1.75	0.10	14.14	0.80
Tubería 115	150	1.06	0.06	14.14	0.80
Tubería 116	150	0.14	0.01	14.14	0.80
Tubería 117	150	0.45	0.03	5.89	0.75
Tubería 12	100	2.53	0.32	5.89	0.75
Tubería 15	100	1.78	0.23	5.89	0.75
Tubería 120	100	0.77	0.10	5.89	0.75
Tubería 121	100	0.25	0.03	5.89	0.75
Tubería 119	100	1.37	0.17	5.89	0.75
Tubería 130	200	0.23	0.01	28.27	0.90
Tubería 134	100	0.57	0.07	5.89	0.75
Tubería 140	100	0.20	0.03	5.89	0.75
Tubería 141	100	0.09	0.01	28.27	0.90
Tubería 151	200	1.28	0.04	28.27	0.90
Tubería 40	250	109.33	2.23	49.09	1.00
Tubería 7	100	2.14	0.27	5.89	0.75
Tubería 84	500	222.57	1.13	274.90	1.40
Tubería 105	500	220.58	1.12	274.90	1.40
Tubería 118	500	220.04	1.12	274.90	1.40

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.17. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (c)

		Resultados obtenidos		Valores según INOS	
ID Línea	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 125	500	219.86	1.12	274.90	1.40
Tubería 126	500	219.77	1.12	274.90	1.40
Tubería 127	500	219.62	1.12	274.90	1.40
Tubería 128	500	219.37	1.12	274.90	1.40
Tubería 129	500	219.29	1.12	274.90	1.40
Tubería 146	500	219.14	1.12	274.90	1.40
Tubería 147	500	218.81	1.11	274.90	1.40
Tubería 148	500	218.25	1.11	274.90	1.40
Tubería 149	500	217.41	1.11	274.90	1.40
Tubería 158	500	216.42	1.10	274.90	1.40
Tubería 159	500	216.33	1.10	274.90	1.40
Tubería 160	500	216.23	1.10	274.90	1.40
Tubería 161	500	215.98	1.10	274.90	1.40
Tubería 162	500	214.59	1.09	274.90	1.40
Tubería 163	500	212.38	1.08	274.90	1.40
Tubería 164	250	210.94	4.30	49.09	1.00
Tubería 165	250	210.46	4.29	49.09	1.00
Tubería 166	250	209.57	4.27	49.09	1.00
Tubería 167	250	208.67	4.25	49.09	1.00
Tubería 168	250	208.34	4.24	49.09	1.00
Tubería 169	250	207.98	4.24	49.09	1.00
Tubería 170	250	207.50	4.23	49.09	1.00
Tubería 177	500	221.71	1.13	274.90	1.40
Tubería 1	500	223.71	1.14	274.90	1.40
Tubería 5	250	109.37	2.23	49.09	1.00
Tubería 6	250	109.27	2.23	49.09	1.00
Tubería 11	100	0.18	0.02	5.89	0.75
Tubería 8	250	23.93	0.49	49.09	1.00
Tubería 17	250	7.20	0.15	49.09	1.00
Tubería 18	250	13.40	0.27	49.09	1.00
Tubería 19	250	13.21	0.27	49.09	1.00
Tubería 20	150	7.03	0.40	14.14	0.80
Tubería 21	150	6.82	0.39	14.14	0.80

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.18. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (d)

		Resultados obtenidos		Valores según INOS	
ID Línea	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 10	100	3.08	0.39	5.89	0.75
Tubería 23	250	16.72	0.34	49.09	1.00
Tubería 24	250	7.81	0.16	49.09	1.00
Tubería 9	150	0.45	0.03	14.14	0.80
Tubería 29	100	4.12	0.52	5.89	0.75
Tubería 30	100	2.40	0.31	5.89	0.75
Tubería 31	100	1.91	0.24	5.89	0.75
Tubería 34	100	0.39	0.05	5.89	0.75
Tubería 35	100	0.65	0.08	5.89	0.75
Tubería 36	100	0.92	0.12	5.89	0.75
Tubería 37	200	1.07	0.03	28.27	0.90
Tubería 38	200	1.24	0.04	28.27	0.90
Tubería 47	200	0.69	0.02	28.27	0.90
Tubería 52	100	0.25	0.03	5.89	0.75
Tubería 61	100	1.25	0.16	5.89	0.75
Tubería 68	250	66.57	1.36	49.09	0.90
Tubería 69	250	28.20	0.57	49.09	0.90
Tubería 77	100	1.18	0.15	5.89	0.75
Tubería 65	100	0.69	0.09	5.89	0.75
Tubería 70	100	1.25	0.16	5.89	0.75
Tubería 78	100	14.32	1.82	5.89	0.75
Tubería 83	100	13.86	1.76	5.89	0.75
Tubería 85	100	24.30	3.09	5.89	0.75
Tubería 88	100	11.16	1.42	5.89	0.75
Tubería 56	100	0.78	0.10	5.89	0.75
Tubería 57	100	1.54	0.20	5.89	0.75
Tubería 124	100	2.94	0.37	5.89	0.75
Tubería 132	150	0.11	0.01	5.89	0.75
Tubería 133	100	2.15	0.27	5.89	0.75
Tubería 138	100	2.00	0.25	5.89	0.75
Tubería 139	100	1.74	0.22	5.89	0.75
Tubería 142	100	1.06	0.13	5.89	0.75
Tubería 144	250	0.86	0.02	5.89	0.75

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 3.19. Caudales y velocidades obtenidas del sistema actual en el programa Epanet (e)

		Resultados obtenidos		Valores según INOS	
ID Línea	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
	mm	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería 150	150	2.18	0.12	14.14	0.80
Tubería 152	150	2.81	0.16	14.14	0.80
Tubería 154	100	1.49	0.19	5.89	0.75
Tubería 13	250	24.86	0.51	49.09	1.00
Tubería 14	100	1.63	0.21	5.89	0.75
Tubería 39	100	1.27	0.16	5.89	0.75
Tubería 16	100	7.74	0.99	5.89	0.75
Tubería 26	100	7.47	0.95	5.89	0.75
Tubería 27	250	0.29	0.01	49.09	1.00
Tubería 58	150	0.17	0.01	14.14	0.80
Tubería 90	250	207.09	4.22	49.09	1.00
Tubería 91	250	110.70	2.26	49.09	1.00

Fuente: Elaborada por los autores

Al demostrar que la mayoría de las tuberías no cumplen con lo establecido en las normas INOS, ya que el caudal que circula por el sistema en muchos tramos supera la capacidad permitida de la tubería existente, de igual manera sucede con la velocidad, comprobando que el sistema actual es ineficiente para la población (2024), se decidió realizar cambios de diámetros a la red actual junto con la colocación de nuevas válvulas reductoras para que de esta manera el caudal producido por la población futura (2044) cumpla con las capacidades máximas de la tubería.

En el capítulo 4.3 se mostrará la alternativa planteada del sistema de distribución con los nuevos diámetros.

3.6.5 Elaboración de los planos de diseño de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.

Diseñado la nueva red de distribución con los diámetros ya cambiados se procedió a la elaboración de los planos detallando la ruta que sigue el sistema de distribución de agua potable en toda la zona junto con las especificaciones de los nuevos diámetros considerados y las ubicaciones de las válvulas reductoras colocadas, todo esto se realizó en el programa AutoCad.

3.6.6 Realización de un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios para la propuesta.

Una vez realizado los planos se logró saber las cantidades necesarias de las excavaciones, rellenos y tuberías a colocar para la estimación de costos, en donde se realizó un análisis de precio unitario de la propuesta planteada describiendo los materiales, equipos y manos de obras a utilizar en cada proceso que se lleve a cabo. (Ver anexo 2).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se presentaron los resultados de la realización de los objetivos específicos propuesto junto con sus respectivos análisis mediante tablas, gráficas y figuras. Detallando en cada resultado los datos obtenidos como la infraestructura actual, los calculo necesarios para el nuevo sistema de red de tuberías y las propuestas planteadas con sus planos y presupuestos.

4.1 Resultado del Diagnóstico de la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.

A continuación, se realizó la descripción de la red:

4.1.1 Estación de Bombeo La Caraqueña:

- Esta estación es el punto de partida de la red de distribución.
- Cuenta con tres bombas, pero lamentablemente solo dos de ellas están operativas en este momento. Estas bombas son equipos robustos y potentes diseñados para impulsar grandes volúmenes de agua.
- Cada una de las bombas está equipada con un motor de 200 y 125 hp. Estos motores generan la presión necesaria para mover el agua a través de la tubería.
- La tubería de salida de esta estación tiene un diámetro inicial de 20 pulgadas (20").

En la figura 4.1 y 4.2 se visualiza la bomba que esta fuera de servicio y las especificaciones de las mismas.



Figura 4.1. Bomba no operativa en la estación La Caraqueña

Fuente: Elaborada por los autores



Figura 4.2. Especificaciones del motor

Fuente: Elaborada por los autores

4.1.2 Estación de Valle Verde:

- La estación de Valle Verde es la siguiente etapa en la red de distribución.
- Aquí se encontró un reservorio que cumple un papel fundamental. Su objetivo principal es almacenar agua y mantenerlo a su máxima capacidad para que la bomba correspondiente de la estación pueda elevar el agua desde un nivel más bajo hasta un punto más alto.
- La bomba de esta estación tiene una potencia de 125 hp (Ver figura 4.3).



Figura 4.3. Bomba de la estación Valle Verde

Fuente: Elaborada por los autores

- Antes de llegar a la estación de Valle Verde, la tubería se reduce de 20" a 10" para adaptarse a las condiciones de esta etapa.
- El tanque de Valle Verde (Ver figura 4.4) tiene las siguientes características:
 - Diámetro: 20 metros.
 - Altura: 8 metros.
 - Capacidad máxima: 10,000 m³.
 - Se encuentra ubicado a 175 metros sobre el nivel del mar (msnm).
 - Desde este punto, el agua fluye mediante gravedad hacia las áreas de consumo.



Figura 4.4. Tanque de Valle Verde

Fuente: Elaborada por los autores

A continuación, se describió los desafíos actuales que presenta la red:

4.1.2.1 Desafíos en la Estación de Valle Verde:

- Uno de los principales desafíos que enfrenta esta red son las tomas ilegales. Personas no autorizadas se conectan directamente a la tubería de salida, desviando parte del agua antes de que llegue al tanque. Esto afecta significativamente el llenado del tanque y, como resultado, la cantidad de agua disponible para la comunidad. Actualmente, el proceso de llenado del tanque demora aproximadamente 40 horas debido a estas tomas ilegales.
- La planta no cumple con la capacidad para abastecer la demanda general de la población

Del diagnóstico realizado se identificaron ineficiencias en el sistema abarcando desde la fuga de agua como la inoperatividad de una de las bombas de la estación La Caraqueña, demostrando complejidades a la hora de bombear el agua a las comunidades que al sumarse con las conexiones ilegales de los habitantes presente en las zonas se demuestra una deficiencia del sistema.

4.2 Establecer las bases y criterios de diseño para la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puertola Cruz con base a las Normas sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044

En la tabla 4.1 se aprecia los datos de población futura y el caudal medio tomado para el año 2044 utilizados para el cálculo de la demanda base necesaria para el diseño.

Tabla 4.1. Población futura y caudal medio para el año 2044

Población futura	Qmedio
32731 <i>hab.</i>	94,71 <i>l/seg</i>

Fuente: Elaborada por los autores

En las tablas 4.2 y 4.3 se muestran las demandas bases calculadas por el programa Epanet para cada nodo en la población futura de 2044

Tabla 4.2. Demanda base de los nodos (2044) (a)

ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS
Conexión 1	0.35	Conexión 35	0.52	Conexión 63	0.55

Conexión 6	1.40	Conexión 36	0.70	Conexión 64	0.80
Conexión 2	1.65	Conexión 37	1.07	Conexión 67	1.19
Conexión 3	0.80	Conexión EB.VALLEVERDE	0.05	Conexión 68	0.47
Conexión 5	0.26	Conexión 7	0.05	Conexión 69	0.20
Conexión 15	0.12	Conexión 13	0.12	Conexión 70	0.18
Conexión 16	0.23	Conexión 14	1.42	Conexión 71	0.36
Conexión 17	0.23	Conexión 23	1.75	Conexión 72	0.41
Conexión 18	0.13	Conexión 39	0.50	Conexión 73	0.37
Conexión 19	0.22	Conexión 44	0.82	Conexión 74	1.33
Conexión 20	0.83	Conexión 45	0.52	Conexión 75	0.27
Conexión 21	0.83	Conexión 46	0.67	Conexión 38	0.21
Conexión 22	1.22	Conexión 47	1.30	Conexión 40	0.59
Conexión 24	0.79	Conexión 48	0.75	Conexión 41	0.75
Conexión 25	0.14	Conexión 50	1.22	Conexión 60	0.01
Conexión 26	0.15	Conexión 51	0.29	Conexión 65	0.23
Conexión 27	0.36	Conexión 52	0.67	Conexión 66	0.42
Conexión 28	2.04	Conexión 55	0.82	Conexión 76	0.45
Conexión 29	3.10	Conexión 56	0.33	Conexión 77	0.58
Conexión 30	2.13	Conexión 57	0.39	Conexión 78	0.70
Conexión 31	0.72	Conexión 58	0.56	Conexión 79	1.94
Conexión 32	1.32	Conexión 59	0.11	Conexión 80	0.41
Conexión 33	1.33	Conexión 61	0.80	Conexión 81	0.92
Conexión 34	0.48	Conexión 62	1.03	Conexión 82	0.79

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 4.3. Demanda base de los nodos (2044) (b)

ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS	ID Nodo	LPS
---------	-----	---------	-----	---------	-----

Conexión 83	0.44	Conexión 118	0.28	Conexión 132	0.72
Conexión 84	0.78	Conexión 8	1.41	Conexión 133	0.85
Conexión 85	0.95	Conexión 117	0.53	Conexión 139	0.02
Conexión 86	0.29	Conexión 120	0.99	Conexión 140	0.17
Conexión 87	0.18	Conexión 121	0.67	Conexión 4	1.00
Conexión 88	0.10	Conexión 122	0.37	Conexión 119	0.29
Conexión 89	0.67	Conexión 123	0.60	Conexión 134	0.30
Conexión 90	0.98	Conexión 124	1.00	Conexión 135	0.35
Conexión 91	0.67	Conexión 125	0.39	Conexión 136	0.70
Conexión 92	1.45	Conexión 42	0.15	Conexión 137	0.35
Conexión 93	0.75	Conexión 94	0.36	Conexión 138	1.05
Conexión 103	0.31	Conexión 95	0.69	Conexión 53	0.31
Conexión 104	0.36	Conexión 96	0.57	Conexión 54	0.18
Conexión 105	0.86	Conexión 97	0.22	Conexión 141	0.18
Conexión 106	0.56	Conexión 98	0.00	Conexión 142	0.39
Conexión 107	0.92	Conexión 99	0.33	Conexión 143	0.39
Conexión 108	0.93	Conexión 100	0.43	Conexión 144	0.69
Conexión 109	0.90	Conexión 101	0.33	Conexión 145	0.05
Conexión 110	1.16	Conexión 102	0.39	Conexión 146	0.82
Conexión 111	0.40	Conexión 126	0.39	Conexión 147	0.57
Conexión 112	0.40	Conexión 127	0.49	Conexión 43	0.35
Conexión 113	1.09	Conexión 128	0.36	Conexión 11	0.62
Conexión 114	1.03	Conexión 129	0.13	Conexión 12	0.30
Conexión 115	0.68	Conexión 130	0.47	-----	-----
Conexión 116	0.21	Conexión 131	0.55	-----	-----

Fuente: Elaborado por los autores

De la tabla 4.1, al mostrar una población futura (2044) de 32,731 habitantes, se generó un aumento en el caudal medio en comparación con los caudales actuales que, a la hora de calcular la demanda base en cada nodo, dan los resultados presentes desde la tabla 4.2 y 4.3. Estos criterios son necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable debido a que, con esto, se determinó si se cumple con la normativa (INOS) y la adaptación de las tuberías acorde a estos datos.

4.3 Proponer una alternativa como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz.

De la tabla 4.4 a 4.8 se visualiza los caudales obtenidos con los nuevos diámetros colocados como alternativa al sistema actual.

Tabla 4.4. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto
(2044) (a)

	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
ID Línea	mm	LPS	m/s		
Tubería 43	300	65,03	0,92	77.75	1.10
Tubería 44	300	63,61	0,9	77.75	1.10
Tubería 45	300	61,86	0,88	77.75	1.10
Tubería 46	300	61,36	0,87	77.75	1.10
Tubería 48	300	59,93	0,85	77.75	1.10
Tubería 50	300	56,2	0,8	77.75	1.10
Tubería 51	250	39,02	0,79	49.09	1.00
Tubería 53	100	2,54	0,32	5.98	0.75
Tubería 54	100	0,29	0,04	5.98	0.75
Tubería 59	100	0,66	0,08	5.98	0.75
Tubería 62	100	0,73	0,09	5.98	0.75
Tubería 63	100	0,11	0,01	5.98	0.75
Tubería 64	250	37,72	0,77	49.09	1.00
Tubería 66	150	0,55	0,03	14.14	0.80
Tubería 71	100	1,37	0,17	5.89	0.75
Tubería 72	100	1,17	0,15	5.89	0.75
Tubería 73	100	0,99	0,13	5.89	0.75
Tubería 74	100	0,63	0,08	5.89	0.75
Tubería 75	100	0,22	0,03	5.89	0.75
Tubería 79	100	2,51	0,32	5.89	0.75
Tubería 81	250	29,05	0,59	49.09	1.00
Tubería 82	250	31,39	0,64	49.09	1.00
Tubería 86	250	22,81	0,46	49.09	1.00

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 4.5. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto
(2044) (b)

	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
ID Línea	mm	LPS	m/s		
Tubería 87	250	19,64	0,4	49.09	1.00
Tubería 89	250	11,54	0,24	49.09	1.00
Tubería 92	100	1,23	0,16	5.89	0.75
Tubería 93	100	0,44	0,06	5.89	0.75
Tubería 94	100	3,61	0,46	5.89	0.75
Tubería 95	100	2,83	0,36	5.89	0.75
Tubería 96	100	1,38	0,18	5.89	0.75
Tubería 97	100	0,43	0,05	5.89	0.75
Tubería 98	100	0,28	0,04	5.89	0.75
Tubería 99	100	0,1	0,01	5.89	0.75
Tubería 102	100	0,81	0,1	5.89	0.75
Tubería 103	100	0,14	0,02	5.89	0.75
Tubería 100	150	6,25	0,35	14.14	0.80
Tubería 106	150	4,52	0,26	14.14	0.80
Tubería 107	150	3,96	0,22	14.14	0.80
Tubería 110	150	2,58	0,15	14.14	0.80
Tubería 112	150	0,4	0,02	14.14	0.80
Tubería 114	150	2,37	0,13	14.14	0.80
Tubería 115	150	1,34	0,08	14.14	0.80
Tubería 116	150	0,21	0,01	14.14	0.80
Tubería 117	150	0,45	0,03	14.14	0.80
Tubería 12	100	3,09	0,39	5.89	0.75
Tubería 15	100	2,93	0,37	5.89	0.75
Tubería 121	100	0,37	0,05	5.89	0.75
Tubería 119	100	1,94	0,25	5.89	0.75
Tubería 130	200	0,33	0,01	28.27	0.90
Tubería 134	100	3,92	0,5	5.89	0.75
Tubería 141	100	0,13	0,02	5.89	0.75
Tubería 7	100	3,21	0,41	5.89	0.75
Tubería 105	500	266,31	1,36	274.90	1.40
Tubería 118	500	265,51	1,35	274.90	1.40
Tubería 125	500	265,25	1,35	274.90	1.40
Tubería 126	500	265,13	1,35	274.90	1.40
Tubería 127	500	264,9	1,35	274.90	1.40
Tubería 128	500	264,67	1,35	274.90	1.40

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 4.6. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto (2044) (c)

	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
ID Línea	mm	LPS	m/s		
Tubería 129	500	264,54	1,35	274.90	1.40
Tubería 146	500	264,32	1,35	274.90	1.40
Tubería 147	500	263,49	1,34	274.90	1.40
Tubería 148	500	262,66	1,34	274.90	1.40
Tubería 149	500	261,44	1,33	274.90	1.40
Tubería 158	500	260,65	1,33	274.90	1.40
Tubería 159	500	260,51	1,33	274.90	1.40
Tubería 160	500	260,36	1,33	274.90	1.40
Tubería 161	500	260	1,32	274.90	1.40
Tubería 162	500	257,96	1,31	274.90	1.40
Tubería 163	500	254,86	1,3	274.90	1.40
Tubería 164	500	252,73	1,29	274.90	1.40
Tubería 165	500	252,01	1,28	274.90	1.40
Tubería 166	500	250,69	1,28	274.90	1.40
Tubería 167	500	249,36	1,27	274.90	1.40
Tubería 168	500	248,88	1,27	274.90	1.40
Tubería 169	500	248,36	1,26	274.90	1.40
Tubería 170	500	247,66	1,26	274.90	1.40
Tubería 177	500	267,96	1,36	274.90	1.40
Tubería 1	500	271,06	1,38	274.90	1.40
Tubería 5	500	65,2	0,33	274.90	1.40
Tubería 11	100	0,27	0,03	5.89	0.75
Tubería 17	250	7,15	0,15	49.09	1.00
Tubería 18	250	23,52	0,48	49.09	1.00
Tubería 19	250	23,23	0,47	49.09	1.00
Tubería 20	150	6,92	0,39	14.14	0.80
Tubería 21	150	6,61	0,37	14.14	0.80
Tubería 10	100	4,12	0,52	5.89	0.75
Tubería 23	250	27,04	0,55	49.09	1.00
Tubería 24	250	15,45	0,31	49.09	1.00
Tubería 29	200	12,63	0,4	28.27	0.90
Tubería 30	200	8,49	0,27	28.27	0.90
Tubería 31	200	7,77	0,25	28.27	0.90
Tubería 34	100	0,98	0,12	5.89	0.75
Tubería 35	100	1,37	0,17	5.89	0.75

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 4.7. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto
(2044) (d)

	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
--	----------	--------	-----------	------	------

ID Línea	mm	LPS	m/s		
Tubería 36	100	1,76	0,22	5.89	0.75
Tubería 37	200	1,59	0,05	28.27	0.90
Tubería 38	200	1,81	0,06	28.27	0.90
Tubería 47	200	1,02	0,03	28.27	0.90
Tubería 68	300	60,75	0,86	77.75	1.10
Tubería 69	250	32,8	0,67	49.09	1.00
Tubería 77	100	1,79	0,23	5.89	0.75
Tubería 65	100	0,87	0,11	5.89	0.75
Tubería 70	100	1,75	0,22	5.89	0.75
Tubería 78	100	2,9	0,37	5.89	0.75
Tubería 83	100	2,23	0,28	5.89	0.75
Tubería 85	100	2,21	0,28	5.89	0.75
Tubería 88	100	1,03	0,13	5.89	0.75
Tubería 57	200	7,22	0,23	28.27	0.90
Tubería 124	100	2,99	0,38	5.89	0.75
Tubería 138	100	3,86	0,49	5.89	0.75
Tubería 139	100	3,47	0,44	5.89	0.75
Tubería 142	100	2,47	0,31	5.89	0.75
Tubería 144	250	6,5	0,13	49.09	1.00
Tubería 150	150	1,79	0,1	14.14	0.80
Tubería 152	150	0,86	0,05	14.14	0.80
Tubería 154	100	2,15	0,27	5.89	0.75
Tubería 13	250	30,64	0,62	49.09	0.75
Tubería 14	100	2,46	0,31	5.89	0.75
Tubería 39	100	1,84	0,23	5.89	0.75
Tubería 16	100	0,06	0,01	5.89	0.75
Tubería 26	100	0,33	0,04	5.89	0.75
Tubería 27	250	0,41	0,01	49.09	1.00
Tubería 58	150	0,17	0,01	14.14	0.80
Tubería 60	100	3,1	0,4	5.89	0.75
Tubería 90	100	0,86	0,11	5.89	0.75
Tubería 91	100	3,46	0,44	5.89	0.75
Tubería 101	100	0,15	0,02	5.89	0.75
Tubería 76	500	269,36	1,37	274.90	1.40
Tubería 6	300	65,15	0,92	77.75	1.10

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 4.8. Caudales y velocidades obtenidas del sistema propuesto
(2044) (e)

	Diámetro	Caudal	Velocidad	Qmax	Vmax
--	----------	--------	-----------	------	------

ID Línea	mm	LPS	m/s		
Tubería 40	500	246,59	1,26	274.90	1.40
Tubería 41	500	67,09	0,34	274.90	1.40
Tubería 9	250	1,42	0,03	49.09	1.00
Tubería 109	100	1,04	0,13	14.14	0.80
Tubería 22	200	6,91	0,22	28.27	0.90
Tubería 52	100	4,39	0,56	5.89	0.75
Tubería 61	100	0,49	0,06	5.89	0.75
Tubería 80	100	2,72	0,35	5.89	0.75

Fuente: Elaborada por los autores

En esta propuesta se realizó un cambio de diámetros en algunos tramos de la red para lograr que esta cumpla con lo establecido en las normas INOS. Entre estas tuberías se encuentran diámetros de 500, 300, 250, 200 y 100 milímetros, las cuales están diseñadas con materiales de hierro dúctil, asbesto cemento y PVC. Estas tuberías con los diámetros y materiales elegidos para la nueva propuesta son capaz de cumplir con los requisitos que están presentes en las normas INOS, como se aprecia en la tabla 4.4 a 4.8, demostrando un sistema eficiente que es capaz de suministrar el agua potable en toda la zona de Valle Verde (zona alta y baja) Colinas I, II y II, Virgencita, Los Jobos y El Refrán.

4.4 Elaborar los planos de diseño de la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (Estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), municipio Sotillo.

En la figura 4.5 se aprecia el plano realizado con las leyendas de los diámetros existentes.

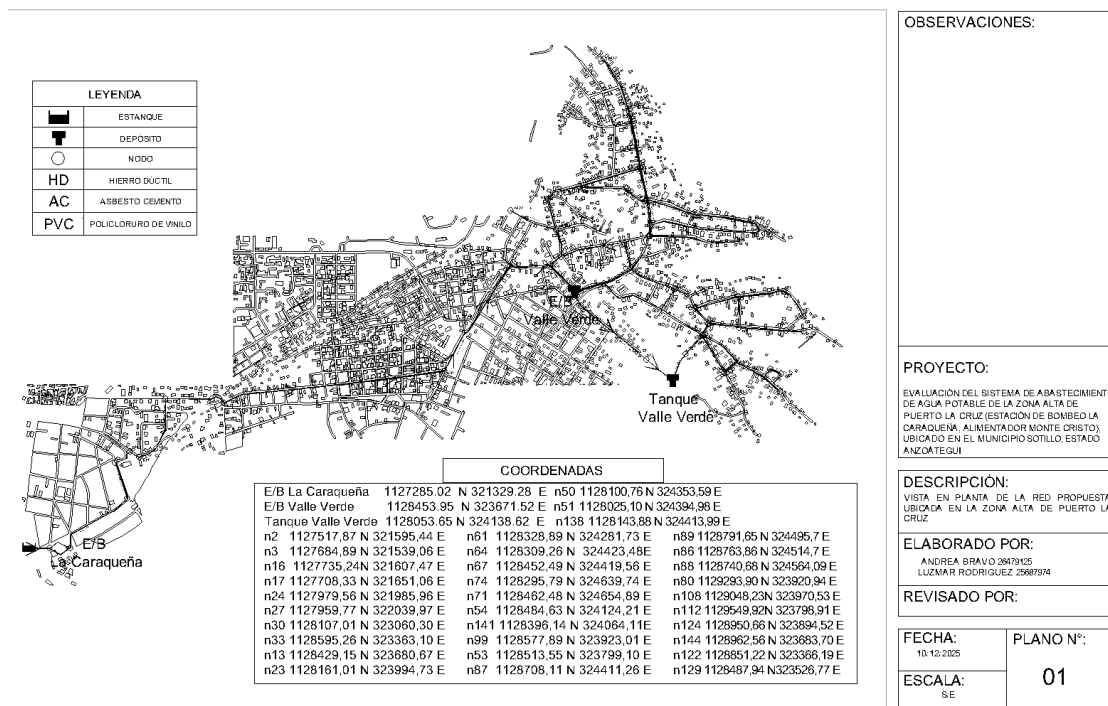


Figura 4.5. Plano de la red de distribución

Fuente: Elaborado por los autores

De la figura 4.5 se observa el sistema de red de distribución de agua potable modificado con la propuesta planteada donde se especifica el mayor diámetro utilizado que es de 500mm y los menores a este siendo todos estos capaces de soportar la demanda de la población actual y futura. También se especifica la ubicación de válvulas, embalses y depósitos.

4.5 Realizar un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios para la propuesta.

A continuación, se visualiza el presupuesto obtenido:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Obra:	Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui
Contratante:	Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

PRESUPUESTO

Partida No	Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Total (Bs)
1	REPLANTEO AUXILIAR DE ACUEDUCTOS	ml	7630,00	1530,69	11679154,58
2	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE ASFALTO, CON EQUIPO LIVIANO (COMPRESOR), BOTE Y TRANSPORTE HASTA 200MTS. DE DISTANCIA	m3	1455,00	80909,12	117722771,42
3	EXCAVACION A MAQUINA DE ZANIAS Y FOSAS PARA TUBERIAS Y ESTRUCTURAS MENORES EN TIERRA ENTRE 0.00 Y 1.5MTS. DE PROFUNDIDAD	m3	19405,64	8728,66	169385301,61
4	RELLENO DE ARENA EN ZANIAS CON COMPACTACION HIDRAULICA	m3	18703,64	99266,08	1856637016,11
5	RELLENO COMPACTADO DE GRANZON NATURAL. NO INCLUYE EL TRANSPORTE	m3	1940,56	35946,95	69757222,82
6	BOTE Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECHO SIN ARREGLO HASTA 50 KM DE DISTANCIA INCLUYE CARGA	m3 x km	702,00	1415,54	993710,04
7	SUMINISTRO EN BOCA DE PLANTA DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO..., INCLUYENDO EL TRANSPORTE HASTA LA PLANTA, DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE CANTERA, PRODUCTO DE VOLADURA Y TRITURACION, Y DEL MATERIAL ASFALTICO.	ton	702,00	120180,06	84366402,12
8	COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO..., SUMINISTRADA EN BOCA DE PLANTA, SIN INCLUIR EL SUMINISTRO NI EL TRANSPORTE DE LA MEZCLA ASFALTICA.	ton	702,00	23592,93	16562237,42
9	TRANSPORTE NO URBANO EN CAMIONES DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS, A DISTANCIAS MAYORES DE 10 KM.	tn x km	20740,00	456,18	9461178,23
10	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=4" 110MM. E-JA	m	5428,94	20217,51	109759637,22
11	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=4" 110MM. E-JA	m	1650,06	118895,40	196184547,55
12	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=8" 200MM. E-JA	m	810,64	140131,58	113596267,73
13	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=10" 250MM. E-JA	m	1313,57	141220,19	185502603,42
14	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=20" 500MM. E-JA	m	3377,29	142526,51	481353370,06
				SubTotal (Bs):	3422961420,33
				I.V.A. 0%:	0,00
				Totalo Presupuesto (Bs):	3422961420,33

CONCLUSIONES

1. La deficiencia presente en el sistema de abastecimiento de agua potable se debe al aumento poblacional que ha presentado la zona alta de Puerto la Cruz (Valle Verde (zona alta y baja), Colinas I, II y III, Virgencita, Los Jobos y El Refrán) en los últimos años. Este aumento ha generado una mayor demanda de agua lo que supera la capacidad del sistema existente acelerando el desgaste y la obsolescencia de las tuberías. Como resultado, el sistema no solo enfrenta dificultades para mantener un suministro adecuado y constante, sino que también se incrementan los riesgos de fallas y rupturas, afectando la calidad de vida de los residentes.
2. La ineficiencia del sistema se debe a las tomas ilegales hacia la tubería matriz de parte de los habitantes de los sectores mencionados, que al estar en constante expansión tienden a tomar estas medidas, disminuyendo la presión y el caudal del agua disponible en áreas de mayor demanda, donde algunos reciben más agua de la que les corresponde mientras otros enfrentan escasez.
3. Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable es crucial tomar ciertas bases y criterios como lo es la población actual y futura junto con sus caudales debido a que estos datos demográficos dan precisión a la hora de realizar este diseño previniendo el crecimiento poblacional y así poder planificar la capacidad del sistema para satisfacer las demandas futuras, evitando deficiencias en el suministro de agua, optimizando la ubicación de infraestructura como tuberías y válvulas asegurando una distribución equitativa del agua.
4. Los datos tomados como criterios para el diseño al ser actualizados se

5. pudieron garantizar que el sistema cumpla con las normas INOS y sus estándares de calidad relacionada a la capacidad de las tuberías y las velocidades del caudal asegurando un suministro de agua potable seguro y confiable permitiendo identificar y mitigar los posibles problemas antes que ocurran como la escasez de agua.
6. En la propuesta planteada, el cambio de diámetro de las tuberías a un mayor diámetro fue necesario debido a la capacidad del caudal requerida en la zona en estudio. Este cambio permite transportar un mayor volumen de agua, lo cual resulta beneficioso para la población actual. La modificación se produjo debido al crecimiento poblacional y la expansión de las áreas urbanas, lo que generó un aumento en la demanda de agua potable y obligó al sistema existente a operar a su máxima capacidad sin lograr satisfacer el caudal deseado. Esto demuestra que un cambio de diámetro permite cumplir con los requisitos establecidos por las normas INOS para el caudal y la velocidad del agua.
7. En la propuesta también se implementaron válvulas reductoras para el nuevo sistema de abastecimiento de agua. Esto se debe a que la alta demanda presente en la zona generó un aumento de presión en ciertos tramos del sistema. La colocación de este tipo de válvulas ayudó a disminuir y mantener las presiones dentro de los límites seguros, asegurando una presión constante y adecuada en toda la red, lo que mejora la calidad del servicio y garantiza que todos los usuarios reciban un suministro adecuado.
8. La realización de los planos ayudó a especificar la propuesta con todas las modificaciones respaldadas por las normas INOS. Estos planos permitieron una mejor visualización del tramo en estudio, especialmente considerando que se trata de una zona con varios sectores donde los tramos de cada

tubería varían. Esto facilita la identificación de los puntos que requieren atención para mejorar la red y permite una ubicación más precisa de las intervenciones necesarias.

9. Los planos ofrecen una visión integral del sistema de abastecimiento de agua, permitiendo a los ingenieros y técnicos tener una referencia clara y precisa durante la fase de construcción y posterior mantenimiento. La existencia de estos planos también facilita la comunicación entre los diferentes equipos de trabajo, asegurando que todos entienden y siguen el mismo plan, lo que minimiza errores y retrabajos.
10. El análisis de precio unitario fue de suma importancia, ya que permitió detallar la cantidad de mano de obra, materiales y equipos necesarios para la excavación e instalación de tuberías, así como la reparación del tramo excavado. Este análisis ayudó a especificar el costo unitario de cada proceso involucrado en la implementación de esta nueva red, asegurando una estimación precisa y fundamentada para la elaboración de la propuesta.
11. La elaboración del presupuesto permitió organizar los análisis de precio unitario realizados para cada proceso involucrado en la propuesta del nuevo sistema de red de tuberías. Esto permitió determinar las cantidades necesarias, que, al ser multiplicadas por los APU, proporcionaron el costo total de la obra. Además, se añadieron los costos administrativos, evidenciando así el costo real de la estructura, lo que permitirá comparar con los presupuestos disponibles.

RECOMENDACIONES

1. Mantener actualizada la base de datos de la infraestructura existente de la red de tuberías.
2. Actualizar el censo de la población de la zona alta de Puerto la Cruz, para tener más exactitud a la hora de calcular la demanda que requiere dicha zona.
3. Implementar la propuesta para el mejoramiento del servicio en la zona de estudio y así evitar fallas en la demanda o riesgos de daños en el sistema.
4. Realizar un estudio detallado de la infraestructura de la planta para verificar las condiciones de la misma para comprobar que pueda cumplir con su función para una población futura.
5. Respetar los diámetros especificados en los planos propuestos junto con las válvulas reductoras y la dirección de las tuberías.
6. Actualizar los costos de materiales, equipos y mano de obra de acuerdo al año en el que se quiere implementar la propuesta para la estimación de un presupuesto actualizado y así evitar riesgos de pérdidas para los entes privados o públicos que quieran llevar a cabo este nuevo sistema de red.

BIBLIOGRAFIA

American Public Health Association. 1998. *American Water Works Association and Water Environmental Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 14^a edición. United States of America: American Public Health Association.

Arias, F. 2006. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Episteme.

Arias, F. 2012. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Episteme.

Arocha, S. 1997. *Abastecimientos de Agua* 3^a Edición. Editorial. Venezuela: Innovación Tecnológica.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 2005. Guía para el Diseño de Redes de Distribución en Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua. Lima, Perú.

Cisneros, N. 2009. *Evaluación y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Pozo Rosas ubicado en el municipio Guaicaipuro, estado Miranda*. Trabajo de grado de licenciatura no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

CRANE, CO. 1992. *Flujo de fluidos en válvulas accesorio y tuberías*. México: McGraw-Hill.

Espinoza, J., Pérez, D. y González, M. 2006. *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de El Sauce, Departamento de León*. Trabajo de grado de licenciatura no publicado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Nicaragua.

Freites, G. 2006. *Redes hidráulicas de tuberías y su optimización*. Venezuela: Universidad de Los Andes.

Hidrológica del Caribe. 2018. Conociendo a HIDROCARIBE. Informe Técnico.
INOS. 1965. *Normas para el diseño de los Abastecimiento de agua*, Caracas
Instituto Nacional de Estadística. 2000. Venezuela: Estimaciones y Proyecciones de Población 1950 – 2035. Caracas, Venezuela.

Instituto Nacional de Obras Sanitarias. 1976. Especificaciones de Construcción de Obras de Acueductos y Alcantarillados. Venezuela.

Lopez, R. 1989. *Diseño de Acueductos y Alcantarillados*. Colombia: Ediciones Alfaomega.

López, R. 2009. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Santa Fe y Capachal, Píritu, estado Anzoátegui*. Trabajo de grado de licenciatura. Universidad de Oriente. Puerto La Cruz.

M.S.A.S. 1989. *Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones*. Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.044

Reyes, M. y Velásquez, J. 2014. *Diseño de sistema de abastecimiento y red matriz de agua potable para las comunidades del sector de Caratal ubicado*

en el municipio Juan Antonio Sotillo, Estado Anzoátegui. Trabajo de grado de licenciatura no publicado. Universidad Santa María, Barcelona.

Rincón, J. y Fajardo, M. 2007. *Teoría y métodos demográficos para elaboración de estimaciones y proyecciones de población, Insumos para la Planificación*. Bogotá, Colombia. Extraído el 20 de noviembre de 2022 desde https://demografia.rcm.upr.edu/wp-content/uploads/sites/35/2020/04/TEORIA_Y_METODOS_Mayo_2007.pdf.

Saldarria, J. 2008. *Hidráulica de tuberías. Abastecimiento de agua, redes y riego*. Colombia: Alfaomega Grupo Editor.

Tamayo y Tamayo, M. 2004. *El proceso de la investigación científica* 4ª edición. México: Editorial Limusa.

Terán, M. 2009. *Evaluación, diagnóstico y propuesta para la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Guaremal. Municipio Guaicaipuro-estado Miranda*. Trabajo de grado de licenciatura no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Valdez, E. 1990. *Abastecimiento de Agua Potable*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Walski, T., Chase, D. y Savic, D. 2001. *Water distribution modeling*. United States of America: Haestad Press.

ANEXO

A.1 Plano de la propuesta de la red de abastecimiento de agua potable

Anexo 2. Análisis de Precios Unitarios del Sistema de Abastecimiento de la red

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 1

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodríguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: REPLANTEO AUXILIAR DE ACUEDUCTOS

Unidad: ml **Cantidad:** 7630,00 **Rendimiento:** 1000,000000 **Codigo:** U342000000

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Pintura de esmalte	gln	0,0100	46374,00	5,00	486,93
Total Materiales:						486,93

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Jalones para mediciones de topografia	2,00	75000,00	0,010000	1500,00
2	Cinta metrica 50mts de fibra	2,00	119800,00	0,005555	1330,98
3	Mira estadimetrica p/topografia	2,00	710000,00	0,050000	71000,00
4	Brocha profesional 3"	3,00	7400,00	0,070000	1554,00
5	Nivel de 3 burbujas 14" Stanley	1,00	21000,00	0,010000	210,00
Total Equipos:					75594,98

75,59

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Topografo con equipo y auxiliar	1,00	125000,00	0,00	0,00	125000,00
2	Ayudante de topografo	1,00	26640,62	8400,00	8400,00	26640,62
3	Obrero de 1ra	2,00	24551,56	8400,00	16800,00	49103,12
Sub Total Mano de Obra:					25200,00	200743,74
210.00% Prestaciones Sociales:					0,00	421561,85
Total General Mano de Obra:						647505,59

647,51

Costo Directo o SubTotal A:	1210,03
15% Administracion y Gastos Generales:	181,50
SubTotal B:	1391,54
10.00% Imprevisto Utilidad:	139,15
SubTotal C:	1530,69
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	1530,69
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	1530,69

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 2

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: DEMOLICION DE PAVIMENTO DE ASFALTO, CON EQUIPO LIVIANO (COMPRESOR), BOTE Y TRANSPORTE HASTA 200MTS. DE DISTANCIA

Unidad: m3 **Cantidad:** 1455,00 **Rendimiento:** 22,000000 **Codigo:** C030500201

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
Total Materiales:						

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Compresor Atlas Copco XA-160	1,00	71740770,00	0,002412	173038,74
2	Mandarria mango largo 5kgs	2,00	80000,00	0,009000	1440,00
3	Juego de palqa, pico y carretilla	2,00	8000,00	1,000000	16000,00
4	Camion Ford F-7000 volteo (6 m3)	1,00	113950000,00	0,001985	226190,75
Total Equipos:					416669,49

18939,52

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Caporal	1,00	29473,43	8400,00	8400,00	29473,43
2	Obrero de 1ra	4,00	24551,56	8400,00	33600,00	98206,24
3	Operador de martillo perforador	2,00	26640,62	8400,00	16800,00	53281,24
4	Chofer de 1ra (de 8 a 15 ton)	1,00	29864,06	8400,00	8400,00	29864,06
5	Ayudante	3,00	26289,06	8400,00	25200,00	78867,18
Sub Total Mano de Obra:					92400,00	289692,15
210.00% Prestaciones Sociales:					0	608353,52
Total General Mano de Obra:					990445,67	

45020,26

Costo Directo o SubTotal A: 63959,78

15% Administracion y Gastos Generales: 9593,97

SubTotal B: 73553,75

10.00% Imprevisto Utilidad: 7355,37

SubTotal C: 80909,12

0.00% Financiamiento: 0,00

Precio Unitario Sin Impuesto: 80909,12

11.00% Impuesto (I.V.A.): 0,00

0.00% Otros Impuestos: 0,00

PRECIO UNITARIO (Bs.): 80909,12

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 3

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui
Contratante:Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: EXCAVACION A MAQUINA DE ZANJAS Y FOSAS PARA TUBERIAS Y ESTRUCTURAS MENORES EN TIERRA ENTRE 0.00 Y 1.5MTS. DE PROFUNDIDAD

Unidad: m3 **Cantidad:** 19405,64 **Rendimiento:** 120,000000 **Codigo:** C.S/C

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
Total Materiales:						

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Retroexcavadora CASE 580 o SIM	1,00	147988284,00	0,002136	316102,97
2	Juego de palqa, pico y carretilla	1,00	8000,00	1,000000	8000,00
Total Equipos:					324102,97

2700,86

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Caporal	0,50	29473,43	8400,00	4200,00	14736,72
2	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
3	Operador de equipo pesado de 2da	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
4	Obrero de 1ra	3,00	24551,56	8400,00	25200,00	73654,68
Sub Total Mano de Obra:					46200,00	147649,21
210.00% Prestaciones Sociales:					0,00	310063,33
Total General Mano de Obra:					503912,54	

4199,27

Costo Directo o SubTotal A:	6900,13
15% Administracion y Gastos Generales:	1035,02
SubTotal B:	7935,15
10.00% Imprevisto Utilidad:	793,51
SubTotal C:	8728,66
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	8728,66
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	8728,66

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 4

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: RELLENO DE ARENA EN ZANJAS CON COMPACTACION HIDRAULICA

Unidad: m3 **Cantidad:** 18703,64 **Rendimiento:** 70,000000 **Codigo:** C.S/C

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Costo transporte agregados max 50km	m3	1,2000	17000,00	0,00	20400,00
2	Arena para relleno	m3	1,2000	24000,00	0,00	28800,00
3	Agua (transportada en camion cisterna o tanque)	m3	0,2000	15000,00	0,00	3000,00
Total Materiales:						52200,00
						52200,00

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Juego de palqa, pico y carretilla	3,00	8000,00	1,000000	24000,00
2	Equipo para compactacion hidraulica	1,00	400000,00	1,000000	400000,00
3	Retroexcavadora CASE 580 o SIM	1,00	147988284,00	0,002136	316102,97
4	Camion cisterna 15.000 lts	1,00	404000,00	1,000000	404000,00
Total Equipos:					1144102,97
					16344,33

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro de obra de 2da	0,50	36484,37	8400,00	4200,00	18242,19
2	Operador de equipo pesado de 2da	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
3	Obrero de 1ra	5,00	24551,56	8400,00	42000,00	122757,8
4	Chofer de 1ra (de 8 a 15 ton)	1,00	29864,06	8400,00	8400,00	29864,06
Sub Total Mano de Obra:					63000,00	203832,80
210.00% Prestaciones Sociales:					0,00	428048,87
Total General Mano de Obra:					694881,66	99266,88

Costo Directo o SubTotal A:	78471,21
15% Administracion y Gastos Generales:	11770,68
SubTotal B:	90241,89
10.00% Imprevisto Utilidad:	9024,19
SubTotal C:	99266,08
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	99266,08
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	99266,08

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 5

Obra: Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estación de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoátegui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodríguez

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: RELLENO COMPACTADO DE GRANZON NATURAL. NO INCLUYE EL TRANSPORTE

Unidad: m3 **Cantidad:** 1940,56 **Rendimiento:** 275,000000 **Código:** C.S/C

1. MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Granzon natural	m3	1,0000	20000,00	5,00	21000,00
Total Materiales:						21000,00

21000,00

2. EQUIPOS

N°	Descripción	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Compactadora de rodillo CAT 815 C	1,00	608458600,00	0,002091	1272286,93
2	Retroexcavadora CASE 580 SUPER L o SIM	1,00	170033094,00	0,002100	357069,50
3	Herramientas menores	1,00	21000,00	1,000000	21000,00
Total Equipos:					1650356,43

6001,30

3. MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Caporal	1,00	29473,43	8400,00	8400,00	29473,43
2	Operador de equipo liviano	2,00	29473,43	8400,00	16800,00	58946,86
3	Ayudante de operador	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
Sub Total Mano de Obra:					33600,00	114709,35
210.00% Prestaciones Sociales:					0,00	240889,64
Total General Mano de Obra:					389198,99	

1415,27

Costo Directo o SubTotal A: 28416,57

15% Administración y Gastos Generales: 4262,48

SubTotal B: 32679,05

10.00% Imprevisto Utilidad: 3267,90

SubTotal C: 35946,95

0.00% Financiamiento: 0,00

Precio Unitario Sin Impuesto: 35946,95

11.00% Impuesto (I.V.A.): 0,00

0.00% Otros Impuestos: 0,00

PRECIO UNITARIO (Bs.): 35946,95

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 6

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: BOTE Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECHO SIN ARREGLO HASTA 50 KM DE DISTANCIA INCLUYE CARGA

Unidad: m3 x km **Cantidad:** 702,00 **Rendimiento:** 900,000000 **Codigo:** ES/C

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
Total Materiales:						

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Minishovel cargador BOBCAT 743	1,00	370000,00	1,000000	370000,00
2	Camion Ford F-7000 volteo (6 m3)	1,00	113950000,00	0,001985	226190,75
Total Equipos:					596190,75

662,43

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Caporal de equipo	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
2	Chofer de 1ra (de 8 a 15 ton)	1,00	29864,06	8400,00	8400,00	29864,06
3	Operador de equipo liviano	1,00	29473,43	8400,00	8400,00	29473,43
4	Ayudante de operador	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
5	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
Sub Total Mano de Obra:					35700,00	121036,70
210.00% Prestaciones Sociales:					0	254177,08
Total General Mano de Obra:						410913,78

456,57

Costo Directo o SubTotal A: 1119,01

15% Administracion y Gastos Generales: 167,85

SubTotal B: 1286,86

10.00% Imprevisto Utilidad: 128,69

SubTotal C: 1415,54

0.00% Financiamiento: 0,00

Precio Unitario Sin Impuesto: 1415,54

11.00% Impuesto (I.V.A.): 0,00

0.00% Otros Impuestos: 0,00

PRECIO UNITARIO (Bs.): 1415,54

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 7

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: SUMINISTRO EN BOCA DE PLANTA DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO..., INCLUYENDO EL TRANSPORTE HASTA LA PLANTA, DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE CANTERA, PRODUCTO DE VOLADURA Y TRITURACION, Y DEL MATERIAL ASFALTICO.

Unidad: ton **Cantidad:** 702,00 **Rendimiento:** 440,000000 **Codigo:** C.123000102

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Mezcla asfaltica en caliente, agreg/cantera	ton	1,0000	90480	5	95004,00
Total Materiales:						95004,00
						95004,00

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
Total Equipos:					

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
Sub Total Mano de Obra:						
210.00% Prestaciones Sociales:						
Total General Mano de Obra:						

Costo Directo o SubTotal A:	95004,00
15% Administracion y Gastos Generales:	14250,60
SubTotal B:	109254,60
10.00% Imprevisto Utilidad:	10925,46
SubTotal C:	120180,06
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	120180,06
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	120180,06

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 8

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO ..., SUMINISTRADA EN BOCA DE PLANTA, SIN INCLUIR EL SUMINISTRO NI EL TRANSPORTE DE LA MEZCLA ASFALTICA.

Unidad: ton Cantidad: 702,00 Rendimiento: 350,000000 Codigo: C.123030001

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
Total Materiales:						

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Finisher asfalto CAT mod. AP 800 C	1,00	530263702,00	0,003137	1663437,23
2	Compactadora de rodillo CAT 815 C	1,00	608458600,00	0,002091	1272286,93
3	Barredora-tractor agricola	1,00	450000,00	1,000000	450000,00
4	Compactadora de cauchos CAT PS-200-B o SIM.	1,00	194138915,50	0,002049	397790,64
5	Camion Ford F-7000 volteo (6 m3)	1,00	48246021,50	0,002721	131277,42
6	Camion cisterna 15.000 lts	1,00	404000,00	1,000000	404000,00
7	Herramientas para la colocacion de asfalto	1,00	220000,00	1,000000	220000,00
Total Equipos:					4538792,23

12967,98

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro de obra de 2da	1,00	36484,37	8400,00	8400,00	36484,37
2	Caporal de equipo	1,00	36484,37	8400,00	8400,00	36484,37
3	Obrero de 1ra	4,00	24551,56	8400,00	33600,00	98206,24
4	Operador de equipo pesado de 1ra	4,00	36484,37	8400,00	33600,00	145937,48
5	Rastrillero	4,00	26640,62	8400,00	33600,00	106562,48
6	Espesorista	1,00	26992,18	8400,00	8400,00	26992,18
7	Chofer de 2da (de 3 a 8 ton)	3,00	28046,87	8400,00	25200,00	84140,61
8	Ayudante	2,00	26289,06	8400,00	16800,00	52578,12
Sub Total Mano de Obra:					168000,00	587385,85
210.00% Prestaciones Sociales:					0	1233510,29
Total General Mano de Obra:						1988896,14

5682,56

Costo Directo o SubTotal A:	18650,54
15% Administracion y Gastos Generales:	2797,58
SubTotal B:	21448,12
10.00% Imprevisto Utilidad:	2144,81
SubTotal C:	23592,93
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	23592,93
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00

PRECIO UNITARIO (Bs.): 23592,93

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 9

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui
Contratante:Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: TRANSPORTE NO URBANO EN CAMIONES DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS, A DISTANCIAS MAYORES DE 10 KM.

Unidad: tn x km **Cantidad:** 20740,00 **Rendimiento:** 19000,000000 **Codigo:** C.123500109

1. MATERIALES						
N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
Total Materiales:						
2. EQUIPOS						
N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo	
1	Camion IVECO MP-380-E37 H volteo 15m3/243,9 ton	10,00	161250000,00	0,003013	4858462,50	
Total Equipos:					4858462,50	
3. MANO DE OBRA						
N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Chofer de 1ra (de 8 a 15 ton)	10,00	29864,06	8400,00	84000,00	298640,6
2	Ayudante	10,00	26289,06	8400,00	84000,00	262890,6
3	Obrero de 1ra	1,00	24551,56	8400,00	8400,00	24551,56
Sub Total Mano de Obra:					176400,00	586082,76
210.00% Prestaciones Sociales:					0,00	1230773,80
Total General Mano de Obra:					1993256,56	
					104,91	
Costo Directo o SubTotal A:					360,62	
15% Administracion y Gastos Generales:					54,09	
SubTotal B:					414,71	
10.00% Imprevisto Utilidad:					41,47	
SubTotal C:					456,18	
0.00% Financiamiento:					0,00	
Precio Unitario Sin Impuesto:					456,18	
11.00% Impuesto (I.V.A.):					0,00	
0.00% Otros Impuestos:					0,00	
PRECIO UNITARIO (Bs.):					456,18	

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 10

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=4" 110MM. E-JA

Unidad: m **Cantidad:** 5428,94 **Rendimiento:** 85,000000 **Codigo:** U414326024

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Tubo pvc presion tipo A.B. E-JA D=110mm P=150 psi	m	1,0000	27501,00	5,00	
2	Anillo elastomero D=110mm PAVCO P/JTA automatica	pza	0,2000	40000,00	7,00	8560,00
3	Grasa fibrosa	kg	0,0150	18000,00	0,00	270,00
4	Estopa nacional (rollo de 12,5 kg)	kg	0,0100	10500,00	5,00	110,25
5	Transporte de materiales	sg	0,2000	1800,00	0,00	360,00
Total Materiales:						9300,25

9300,25

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Bomba hidrostática presión CAP=2000Libras (psi)	1,00	35000,00	1,000000	35000,00
2	Segueta ajustable Stanley	1,00	39000,00	0,022000	858,00
3	Cinta metrica 3mts metalica o similar	1,00	13000,00	0,010000	130,00
4	Nivel de 3 burbujas 14" Stanley	1,00	21000,00	0,010000	210,00
5	Retroexcavadora CASE 580 o Sim.	0,25	147988284,00	0,002136	79025,74
Total Equipos:					115223,74

1355,57

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro plomero de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
2	Plomero de 1ra	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
3	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
4	Obrero de 1ra	2,00	24551,56	8400,00	16800,00	49103,12
5	Operador de equipo pesado de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
6	Ayudante de operador	0,25	26289,06	8400,00	2100,00	6572,265
Sub Total Mano de Obra:					39900,00	133175,38
210.00% Prestaciones Sociales:					0	279668,30
Total General Mano de Obra:						452743,68

5326,40

Costo Directo o SubTotal A:	15982,22
15% Administracion y Gastos Generales:	2397,33
SubTotal B:	18379,55
10.00% Imprevisto Utilidad:	1837,96
SubTotal C:	20217,51
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	20217,51
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00

PRECIO UNITARIO (Bs.): 20217,51

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 11

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=6" 160MM. E-JA

Unidad: m **Cantidad:** 1650,06 **Rendimiento:** 65,000000 **Codigo:** U414326026

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Tubo pvc presion tipo A.B. E-JA D=160mm P=150 psi	m	1,0000	61800,00	5,00	64890,00
2	Anillo elastomero D=160mm PAVCO P/JTA automatica	pza	0,2000	89000,00	0,00	17800,00
3	Grasa fibrosa	kg	0,0300	18000,00	0,00	540,00
4	Estopa nacional (rollo de 12,5 kg)	kg	0,0200	10500,00	5,00	220,50
5	Transporte de materiales	sg	1,0000	1800,00	0,00	1800,00
Total Materiales:						85250,50

85250,50

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Bomba hidrostática presión CAP=2000Libras (psi)	1,00	35000,00	1,000000	35000,00
2	Segueta ajustable Stanley	1,00	39000,00	0,022000	858,00
3	Cinta métrica 3mts metálica o similar	1,00	13000,00	0,010000	130,00
4	Nivel de 3 burbujas 14" Stanley	1,00	21000,00	0,010000	210,00
5	Retroexcavadora CASE 580 o Sim.	0,25	147988284,00	0,002136	79025,74
Total Equipos:					115223,74

1772,67

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro plomero de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
2	Plomero de 1ra	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
3	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
4	Obrero de 1ra	2,00	24551,56	8400,00	16800,00	49103,12
5	Operador de equipo pesado de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
6	Ayudante de operador	0,25	26289,06	8400,00	2100,00	6572,265
Sub Total Mano de Obra:					39900,00	133175,38
210.00% Prestaciones Sociales:					0	279668,30
Total General Mano de Obra:						452743,68

6965,29

Costo Directo o SubTotal A:	93988,46
15% Administracion y Gastos Generales:	14098,27
SubTotal B:	108086,73
10.00% Imprevisto Utilidad:	10808,67
SubTotal C:	118895,40
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	118895,40
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	118895,40

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 12

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui
Contratante:Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=8" 200MM. E-JA

Unidad: m Cantidad: 810,64 Rendimiento: 60,000000 Codigo: U414326027

1. MATERIALES						
N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Tubo pvc presion tipo A.B. E-JA D=200mm P=150 psi	m	1,0000	90949,00	7,00	97315,43
2	Anillo elastomero D=200mm PAVCO P/JTA automatica	pza	0,1670	9900,00	0,00	1653,30
3	Grasa fibrosa	kg	0,0300	18000,00	0,00	540,00
4	Estopa nacional (rollo de 12,5 kg)	kg	0,0001	10500,00	5,00	1,10
5	Transporte de materiales	sg	1,0000	1800,00	0,00	1800,00
Total Materiales:						101309,83

2. EQUIPOS					
N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Bomba hidrostatica presion CAP=2000Libras (psi)	1,00	35000,00	1,000000	35000,00
2	Segueta ajustable Stanley	1,00	39000,00	0,022000	858,00
3	Cinta metrica 3mts metalica o similar	1,00	13000,00	0,010000	130,00
4	Nivel de 3 burbujas 14" Stanley	1,00	21000,00	0,010000	210,00
5	Retroexcavadora CASE 580 o Sim.	0,25	147988284,00	0,002136	79025,74
Total Equipos:					115223,74

1920,40

3. MANO DE OBRA						
N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro plomero de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
2	Plomero de 1ra	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
3	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
4	Obrero de 1ra	2,00	24551,56	8400,00	16800,00	49103,12
5	Operador de equipo pesado de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
6	Ayudante de operador	0,25	26289,06	8400,00	2100,00	6572,265
Sub Total Mano de Obra:					39900,00	133175,38
210.00% Prestaciones Sociales:					0	279668,30
Total General Mano de Obra:					452743,68	

7545,73

Costo Directo o SubTotal A:	110775,96
15% Administracion y Gastos Generales:	16616,39
SubTotal B:	127392,35
10.00% Imprevisto Utilidad:	12739,23
SubTotal C:	140131,58
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	140131,58
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	140131,58

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 13

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui

Contratante: Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=10" 250MM. E-JA

Unidad: m **Cantidad:** 1313,57 **Rendimiento:** 55,000000 **Codigo:** U414326028

1. MATERIALES

N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Tubo pvc presion tipo A.B. E-JA D=250mm P=150 psi	m	1,0000	90949,00	7,00	97315,43
2	Anillo elastomero D=250mm PAVCO P/JTA automatica	pza	0,1670	9900,00	0,00	1653,30
3	Grasa fibrosa	kg	0,0300	18000,00	0,00	540,00
4	Estopa nacional (rollo de 12,5 kg)	kg	0,0001	10500,00	5,00	1,10
5	Transporte de materiales	sg	1,0000	1800,00	0,00	1800,00
Total Materiales:						101309,83

2. EQUIPOS

N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Bomba hidrostática presión CAP=2000Libras (psi)	1,00	35000,00	1,000000	35000,00
2	Segueta ajustable Stanley	1,00	39000,00	0,022000	858,00
3	Cinta métrica 3mts metálica o similar	1,00	13000,00	0,010000	130,00
4	Nivel de 3 burbujas 14" Stanley	1,00	21000,00	0,010000	210,00
5	Retroexcavadora CASE 580 o Sim.	0,25	147988284,00	0,002136	79025,74
Total Equipos:					115223,74

2094,98

3. MANO DE OBRA

N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro plomero de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
2	Plomero de 1ra	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
3	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
4	Obrero de 1ra	2,00	24551,56	8400,00	16800,00	49103,12
5	Operador de equipo pesado de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
6	Ayudante de operador	0,25	26289,06	8400,00	2100,00	6572,265
Sub Total Mano de Obra:					39900,00	133175,38
210.00% Prestaciones Sociales:					0	279668,30
Total General Mano de Obra:						452743,68

8231,70

Costo Directo o SubTotal A:	111636,51
15% Administracion y Gastos Generales:	16745,48
SubTotal B:	128381,99
10.00% Imprevisto Utilidad:	12838,20
SubTotal C:	141220,19
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	141220,19
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00

PRECIO UNITARIO (Bs.): 141220,19

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Partida No: 14

Obra: Evaluacion del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Zona Alta de Puerto La Cruz (Estacion de Bombeo la Caraquea, Alimentador Monte Cristo), Ubicado en el Municipio Sotillo, Estado Anzoategui
Contratante:Andrea Bravo y Luzmar Rodriguez

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripcion: SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TUBERIA DE PVC, CLASE AB, D=20" 500MM. E-JA

Unidad: m Cantidad: 3377,29 Rendimiento: 50,000000 Codigo: U414326028

1. MATERIALES						
N°	Descripcion	Und.	Cantidad	Precio	Desp	Total Material
1	Tubo pvc presion tipo A.B. E-JA D=500mm P=150 psi	m	1,0000	90949,00	7,00	97315,43
2	Anillo elastomero D=500mm PAVCO P/JTA automatica	pza	0,1670	9900,00	0,00	1653,30
3	Grasa fibrosa	kg	0,0300	18000,00	0,00	540,00
4	Estopa nacional (rollo de 12,5 kg)	kg	0,0001	10500,00	5,00	1,10
5	Transporte de materiales	sg	1,0000	1800,00	0,00	1800,00
Total Materiales:						101309,83

2. EQUIPOS					
N°	Descripcion	Cantidad	Precio	Depr	Total Equipo
1	Bomba hidrostatica presion CAP=2000Libras (psi)	1,00	35000,00	1,000000	35000,00
2	Segueta ajustable Stanley	1,00	39000,00	0,022000	858,00
3	Cinta metrica 3mts metalica o similar	1,00	13000,00	0,010000	130,00
4	Nivel de 3 burbujas 14" Stanley	1,00	21000,00	0,010000	210,00
5	Retroexcavadora CASE 580 o Sim.	0,25	147988284,00	0,002136	79025,74
Total Equipos:					115223,74

2304,47

3. MANO DE OBRA						
N°	Descripcion	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	Maestro plomero de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
2	Plomero de 1ra	1,00	32968,75	8400,00	8400,00	32968,75
3	Ayudante	1,00	26289,06	8400,00	8400,00	26289,06
4	Obrero de 1ra	2,00	24551,56	8400,00	16800,00	49103,12
5	Operador de equipo pesado de 1ra	0,25	36484,37	8400,00	2100,00	9121,0925
6	Ayudante de operador	0,25	26289,06	8400,00	2100,00	6572,265
Sub Total Mano de Obra:					39900,00	133175,38
210.00% Prestaciones Sociales:					0	279668,30
Total General Mano de Obra:						452743,68

9054,87

Costo Directo o SubTotal A:	112669,18
15% Administracion y Gastos Generales:	16900,38
SubTotal B:	129569,56
10.00% Imprevisto Utilidad:	12956,96
SubTotal C:	142526,51
0.00% Financiamiento:	0,00
Precio Unitario Sin Impuesto:	142526,51
11.00% Impuesto (I.V.A.):	0,00
0.00% Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.):	142526,51

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TITULO	Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz (estación de bombeo La Caraqueña, alimentador Monte Cristo), ubicado en el municipio Sotillo, estado Anzoátegui
SUBTITULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CODIGO CVLAC / E-MAIL
Bravo R., Andrea M	ORCID E- MAIL: andreabravorz@gmail.com
Rodríguez M., Luzmar B	ORCID E- MAIL: luzmarbetania@gmail.com

PALABRAS O FRASES CLAVES:

población
caudal
diametros
demanda
sistema

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

AREA	SUB AREA
Escuela de ingeniería y Ciencias aplicadas	Ingenieria civil

RESUMEN (ABSTRACT):

Este proyecto de investigación tiene como propósito la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz, Ubicado en el municipio Sotillo, estado Anzoátegui donde para llevarlo a cabo se realizó un diagnóstico de la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable, donde se tuvo que recopilar la información del censo poblacional mediante los consejos comunales, para así conocer la población total del área, adicionalmente a esto, se dibujó la red de abastecimiento actual y así establecer las normas y criterios para la evaluación de dicho sistema con base a las Normas sanitarias, una vez realizada esta evolución, se realizó una propuesta como solución al sistema de abastecimiento de agua potable de la zona alta de Puerto la Cruz, elaborando los planos de diseño y realizando un estimado de costos basado en análisis de precios unitarios, dando como resultado, que el sistema no cumple con la demanda actual debido al crecimiento de la población donde la alternativa a implementar es el cambio de diámetros de ciertos tramos y la colocación de válvulas reductoras en puntos estratégicos para la reducción de presiones en la red. Se concluyó que la deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona se debe al aumento poblacional en los últimos años, lo que ha incrementado la demanda de agua y superado la capacidad del sistema existente. Esto ha acelerado el desgaste y la obsolescencia de las tuberías, causando dificultades para mantener un suministro adecuado y aumentando los riesgos de fallas y rupturas, lo cual afecta la calidad de vida de los residentes, donde se recomienda implementar la propuesta para el mejoramiento del servicio en la zona de estudio y así evitar fallas en la demanda o riesgos de daños en el sistema.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

APELLIDO Y NOMBRE	ROL / CODIGO CVLAC / E-MAIL				
RAMIREZ, MARIA	ROL	CA	AS	TU	JU
	E-MAIL	profmariajramirezt@gmail.com			
	ORCID				
VELAZQUEZ, GERLYS	ROL	CA	AS	TU	JU
	E-MAIL	profgerlys@gmail.com			
	ORCID				
FUENTES, ALIUSKA	ROL	CA	AS	TU	JU
	E-MAIL	Ingsanitarias2udoanz@gmail.com			
	ORCID				

FECHA DE DISCUSION Y APROBACION:

AÑO	MES	DIA
2025	05	28

LENGUAJE: SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DEL ARCHIVO	TIPO MIME
NAZTTG_BRAM2025	Application/ms.word

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:

ALCANCE

TITULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero civil.

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado.

AREA DE ESTUDIO:

Departamento de ingeniería civil.

INSTITUCION:

Universidad de Oriente/Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Confidencialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CUMPEL
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manuja

Apartado Correo 094 / Telés: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034.2009)

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario, para su autorización”.

Andrea María Bravo Rodríguez

AUTOR

Luzmar Betania Rodríguez Miranda

AUTOR

Prof. María Ramírez

Tutor Académico

Prof. Gerlys Velazquez

Jurado Principal

Prof. Aliuska Fuentes

Jurado Principal

Prof. Anna Alvarez

Coordinador de la comisión

POR LA COMISION DE TRABAJO DE GRADO