



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA LA CIUDELA “LAS AMÉRICAS” DE LA COMUNA JUAN
MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

GONZÁLEZ ASECIO JOSTIN STWARD
REYES BAQUERIZO LUIS GERMAN

TUTOR:

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD IVÁN, MSc

LA LIBERTAD, ECUADOR

(2026)

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres por darme su amor y haberme apoyado en este proceso de mi vida, por estar a mi lado en los momentos más difíciles.

González Asencio Jostin

El presente proyecto lo dedico a mis padres, por su amor y apoyo incondicional, su sacrificio y ejemplo de perseverancia. Lo que soy es gracias a ustedes y este trabajo es el resultado de su apoyo y la confianza que depositaron en mí.

Reyes Baquerizo Luis

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis padres quienes me apoyaron en los momentos donde más los necesitaba; gracias por el apoyo incondicional brindado y por guiarme en los momentos difíciles que atravesé en el transcurso de mi formación profesional.

González Asencio Jostin

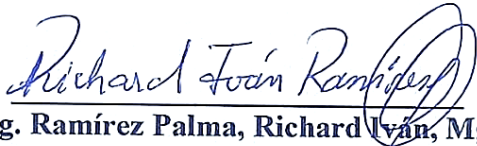
Mi más sincero agradecimiento a mis padres, que son fuente de mi inspiración, mi motor y ejemplo de vida, gracias por su amor incondicional y la confianza que depositaron en mí para alcanzar este logro.

Reyes Baquerizo Luis

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Trabajo de Integración Curricular denominado “ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDADELA LAS AMÉRICAS DE LA COMUNA JUAN MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA” elaborado por los Srs. GONZÁLEZ ASECIO JOSTIN STWARD y REYES BAQUERIZO LUIS GERMAN, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR


Ing. Ramírez Palma, Richard Iván, Mg.

La Libertad, a los 02 días del mes de Julio del año 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **GONZÁLEZ ASENSIO JOSTIN STWARD** y **REYES BAQUERIZO LUIS GERMAN**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación “ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDELA LAS AMÉRICAS DE LA COMUNA JUAN MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA” previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 02 días del mes de Julio del año 2026

AUTORES

Jostin González
González Asencio, Jostin Stward

German Reyes
Reyes Baquerizo, Luis German

AUTORIZACIÓN

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación denominado “ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDADELA LAS AMÉRICAS DE LA COMUNA JUAN MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 02 días del mes de Julio del año 2026

AUTORES

Jostin González
González Asencio, Jostin Stward

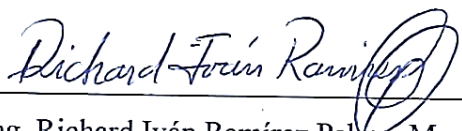
Germán Reyes
Reyes Baquerizo, Luis German

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado “ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDADELA LAS AMÉRICAS DE LA COMUNA JUAN MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA”, elaborado por los estudiantes GONZÁLEZ ASECIO JOSTIN STWARD y REYES BAQUERIZO LUIS GERMAN, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio, luego de haber cumplido con los requerimientos de valoración, el presente trabajo de titulación, se encuentra con un 8% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el siguiente certificado.

Adjunto del reporte de análisis.

Atentamente,



Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.

DOCENTE TUTOR

C.C: 0912246451

La Libertad, a los 02 días del mes Julio del año 2026

REPORTE DE ANÁLISIS



Informe de análisis
Compilatio Magister+ | UPSE-ECU

TESIS GONZALEZ Y REYES

ID : 6c786e52cde735cdd68224d6c8462444d13c26b1



8%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : TESIS GONZALEZ Y REYES.txt
Tamaño del archivo original : 6,51 MB
Número de palabras : 16.887

Depositante : RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA
Fecha de depósito : 1 de julio de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 1 de julio de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

2%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

5%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

1%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

<1%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
Celular: 0962183538
Correo: bettyruthgomez@educacion.gob.ec

CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, denominado **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDELA LAS AMÉRICAS DE LA COMUNA JUAN MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA”**, de los estudiantes: **GONZÁLEZ ASECIO JOSTIN STWARD y REYES BAQUERIZO LUIS GERMÁN**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente como estimen conveniente.

Santa Elena, 01 de Julio del 2026


Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
CI. 0915036529

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS
Nº DE REGISTRO DE SENEYIT 1050-2014-86052892

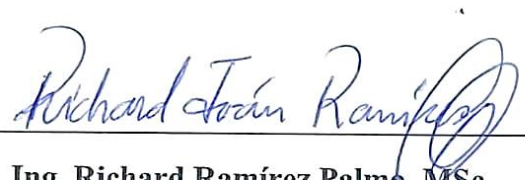
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



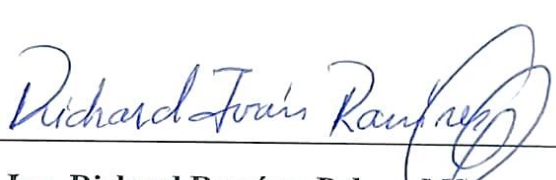
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Ph.D.
DIRECTORA DE CARRERA



Ing. Guido Ortiz Safadi, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Richard Ramírez Palma, MSc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Richard Ramírez Palma, MSc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	ix
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	x
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2. ANTEDECENTES	5
1.3. HIPÓTESIS.....	8
1.3.1. Hipótesis General	8
1.3.2. Hipótesis Específicas.....	8
1.4. OBJETIVOS	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5. ALCANCE.....	9
1.6. VARIABLES	9
1.6.1. Variables Dependientes.....	9
1.6.2. Variables Independientes	10
CAPÍTULO II.....	11

MARCO TEÓRICO	11
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	11
2.1.1. Ubicación Geográfica.....	11
2.2. VIABILIDAD	12
2.3. AGUA POTABLE	12
2.4. CALIDAD DEL AGUA POTABLE	13
2.4.1. Calidad física.....	13
2.4.2. Calidad química.....	14
2.5. MARCO LEGAL ECUATORIANO	16
2.6. FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE	17
2.6.1. Factibilidad técnica	17
2.6.2. Factibilidad económica	17
2.6.3. Factibilidad social	18
2.7. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	18
2.8. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	19
2.8.1. Fuentes De Abastecimiento.....	19
2.8.2. Captación.....	20
2.8.3. Conducción.....	20
2.8.4. Conducción por bombeo	21
2.8.5. Conducción por gravedad.....	21
2.8.6. Planta de tratamiento	21
2.8.7. Almacenamiento.....	22
2.8.8. Red De Distribución.....	25
2.8.9. Tipos De Redes De Distribución.....	27
2.9. ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS.....	30
2.9.1. Estación De Bombeo	30

2.9.2.	Hidrante	30
2.9.3.	Válvulas De Aire	31
2.9.4.	Válvulas Controladoras De Presión	31
2.9.5.	Válvulas De Retención.....	32
2.10.	PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO	33
2.10.1.	Periodo De Diseño	33
2.10.2.	Población De Diseño	34
2.10.3.	Dotación	34
2.10.4.	Variaciones de consumo.....	35
2.10.5.	Volúmenes De Almacenamiento.....	37
2.10.6.	Pérdidas De Carga.....	38
2.10.7.	Diámetro.....	40
2.10.8.	Velocidad	41
2.10.9.	Presión Del Sistema De Distribución.....	41
2.11.	GESTIÓN DEL ALMACENAMIENTO	42
2.12.	CALIDAD DEL AGUA EN EL ALMACENAMIENTO	42
2.13.	IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD	42
2.14.	ACCESO Y EQUIDAD	43
2.15.	HERRAMIENTAS DE DISEÑO.....	43
2.15.1.	AutoCAD	43
2.15.2.	WaterCAD.....	43
CAPÍTULO III		44
METODOLOGÍA.....		44
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	44
3.1.1.	Tipo	44
3.1.2.	Nivel.....	44

3.2.	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2.1.	Método	45
3.2.2.	Enfoque	45
3.2.3.	Diseño.....	45
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	45
3.3.1.	Población.....	45
3.3.2.	Muestra.....	46
3.3.3.	Muestreo.....	46
3.4.	UBICACIÓN Y SECTOR DE ESTUDIO.....	46
3.5.	METODOLOGÍA DEL O.E.1: ANALIZAR LA INFORMACIÓN POBLACIONAL, URBANÍSTICA, CATASTRAL, SOCIAL, ECONÓMICA, TOPOGRÁFICA Y EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE, MEDIANTE LA RECOPIACIÓN DE DATOS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y APLICACIÓN DE LA NORMA CPE INEN 1992, PARA CACULAR LA DEMANDA DE AGUA POTABLE.	47
3.5.1.	Análisis Poblacional.....	47
3.5.2.	Análisis Urbanístico	48
3.5.3.	Análisis Catastral.....	48
3.5.4.	Análisis Social.....	49
3.5.5.	Análisis Económico.....	49
3.5.6.	Levantamiento Topográfico	49
3.5.7.	Análisis Del Sistema De Agua Potable Existente	51
3.5.8.	Cálculo De La Demanda De Agua Para La Ciudadela “Las Américas”.....	54
3.6.	METODOLOGÍA DEL O.E.2: ELABORAR TRES ALTERNATIVAS DE PREDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO LOS COMPONENTES Y ACCESORIOS, CON BASE EN CRITERIOS	

TÉCNICOS Y MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD, CON EL FIN DE EVALUAR SU FUNCIONAMIENTO Y COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO.	55
3.6.1. Determinación De La Factibilidad Del Sistema.....	56
3.6.2. Prediseños Del Sistema De Agua Potable.....	56
3.7. METODOLOGÍA DEL O.E.3: DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE PREDISEÑO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS, CON EL PROPÓSITO DE SELECCIONAR LA OPCIÓN MÁS VIABLE TÉCNICA Y ECONOMICAMENTE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	63
3.7.1. Recopilación De Información	64
3.7.2. Identificación Y Clasificación De Los Componentes Del Sistema.....	64
3.7.3. Metrado De Cantidades De Obra	64
3.7.4. Análisis De Precios Unitarios	64
3.7.5. Elaboración Del Presupuesto Referencial	65
3.7.6. Evaluación Técnico–Económica De Las Alternativas	65
3.7.7. Selección De La Alternativa Óptima	65
CAPÍTULO IV	66
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
4.1. RESULTADOS DEL O.E.1: ANALIZAR LA INFORMACIÓN POBLACIONAL, URBANÍSTICA, CATASTRAL, SOCIAL, ECONÓMICA Y TOPOGRÁFICA Y EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE, MEDIANTE LA RECOPIACIÓN DE DATOS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL Y APLICACIÓN DE LA NORMA CPE INEN 1992, PARA CALCULAR LA DEMANDA DE AGUA POTABLE.	66

4.1.1.	Análisis y modelación hidráulica del sistema de agua potable existente	66
4.1.2.	Cálculo de la base de prediseño del sistema de agua potable	67
4.2.	RESULTADOS DEL O.E.2: ELABORAR TRES ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO LOS COMPONENTES Y ACCESORIOS, CON BASE EN CRITERIOS TÉCNICOS Y MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD, CON EL FIN DE EVALUAR SU FUNCIONAMIENTO Y COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO.	69
4.2.1.	Cálculos De Primera Alternativa De Prediseño De Sistema.....	69
4.2.2.	Cálculos De Segunda Alternativa De Prediseño De Sistema.....	74
4.2.3.	Cálculos De Tercera Alternativa De Prediseño De Sistema	78
4.3.	RESULTADOS DEL O.E.3: DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE PREDISEÑO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS, CON EL PROPÓSITO DE SELECCIONAR LA OPCIÓN MÁS VIABLE TÉCNICA, SOCIAL Y ECONÓMICAMENTE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	82
CAPÍTULO V.....		96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		96
5.1.	CONCLUSIONES	96
5.2.	RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		99
ANEXOS		106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Límites de la comuna Juan Montalvo	12
Tabla 2 Calidad bacteriológica.....	16
Tabla 3 Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.....	33
Tabla 4 Dotaciones recomendadas	34
Tabla 5 Dotación de agua contra incendios.....	35
Tabla 6 Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable	37
Tabla 7 Coeficientes chow para la fórmula de hazem-Williams.....	39
Tabla 8 Ubicación de la ciudadela “Las Américas”	47
Tabla 9 Diseño urbanístico.....	48
Tabla 10 Catastro de la ciudadela.....	49
Tabla 11 Coordenadas del punto de referencia	50
Tabla 12 Coordenadas del 2 punto de referencia	50
Tabla 13 Datos del sistema de impulsión de la comuna Juan Montalvo.....	51
Tabla 14 Datos del tanque elevado de la comuna Juan Montalvo	52
Tabla 15 Demanda actual de la comuna Juan Montalvo.....	53
Tabla 16 Tuberías de red existente.....	53
Tabla 17 Accesorios de la red	54
Tabla 18 Velocidad máxima para tuberías de succión depende del diámetro.....	58
Tabla 19 Valores aproximados de K por pérdidas por accesorios	59
Tabla 20 Resultados de nodos del sistema existente.....	67
Tabla 21 Pérdidas de carga por tramos en red nueva.....	75
Tabla 22 Pérdidas de carga en tubería de alimentación	76
Tabla 23 Demandas y presiones de la ciudadela.....	86
Tabla 24 Resultados de simulación hidráulica	86
Tabla 25 Demandas y presiones de la red existente y ciudadela.....	87
Tabla 26 Demandas y presiones de la ciudadela.....	88
Tabla 27 Resultados de simulación de hidráulica de red	89
Tabla 28 Flujo de caja proyectado	91
Tabla 29 Comparación entre inversión y ejecución del proyecto	93
Tabla 30 Recuperación comparativa de la inversión.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la comuna Juan Montalvo.....	11
Figura 3 Esquema de un sistema de agua potable por bombeo.....	19
Figura 4 Sistema de captación.....	20
Figura 5 Configuración típica de un sistema de bombeo para conducción de agua	21
Figura 6 Planta de tratamiento de agua potable	22
Figura 7 Tanque de almacenamiento de agua potable	23
Figura 8 Tipos de tanques elevados	24
Figura 9 Tubería de hierro fundido	27
Figura 10 Red abierta o ramificada	28
Figura 11 Red cerrada o mallada	29
Figura 12 Esquema de una red mixta	29
Figura 13 Estacion de bombeo	30
Figura 14 Tipos de hidrantes	31
Figura 15 Válvula de expulsión de aire.....	31
Figura 16 Válvula de retención	32
Figura 17 Válvula de retención	32
Figura 18 Delimitación de la zona de estudio	51
Figura 19 Tanque elevado de la comuna Juan Montalvo.....	52

“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDADELA “LAS AMÉRICAS” DE LA COMUNA JUAN MONTALVO, CANTÓN SANTA ELENA”

Autores: González Asencio Jostin

Reyes Baquerizo Luis

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard, Msc

RESUMEN

La presente investigación analizó la factibilidad de implementar un sistema de agua potable para la ciudadela “Las Américas”, en la comuna Juan Montalvo del cantón Santa Elena, con el propósito de garantizar un abastecimiento adecuado para la población. Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel descriptivo-explicativo, considerando información poblacional, urbanística, catastral, social, económica y topográfica, complementada con un levantamiento topográfico mediante estación total y el uso de software especializado para el procesamiento de datos y la modelación hidráulica. Se estableció una población de diseño de 300 habitantes distribuidos en 60 viviendas y un caudal máximo horario de 1,96 l/s, con base en los cuales se plantearon tres alternativas de prediseño evaluadas mediante simulaciones hidráulicas. Los resultados evidenciaron que las tres propuestas son técnicamente viables; no obstante, la alternativa integrada por un reservorio, estación de bombeo y tanque elevado presentó el mejor desempeño operativo, mayor continuidad del servicio y menor vulnerabilidad. Se estimó un presupuesto referencial de USD 60.885,59, concluyéndose que esta constituye la opción más viable desde las perspectivas técnica, económica y social.

PALABRAS CLAVE: agua potable, factibilidad, abastecimiento, modelación.

**“FEASIBILITY ANALYSIS OF A POTABLE WATER SUPPLY SYSTEM
FOR “LAS AMÉRICAS” NEIGHBORHOOD, JUAN MONTALVO
COMMUNITY, SANTA ELENA CANTON”**

Autor: González Asencio Jostin

Reyes Baquerizo Luis

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard, Msc

ABSTRACT

The present study analyzed the feasibility of implementing a potable water supply system for the “Las Américas” neighborhood in the Juan Montalvo community, Santa Elena Canton, with the aim of ensuring an adequate water supply for its residents. The research was conducted using a quantitative approach, following an applied research design with a descriptive-explanatory scope. It considered demographic, urban planning, cadastral, social, economic, and topographic data, complemented by a topographic survey carried out with a total station and the use of specialized software for data processing and hydraulic modeling. A design population of 300 inhabitants distributed across 60 households and a peak hourly flow rate of 1.96 L/s were established as the basis for developing three preliminary design alternatives, which were evaluated through hydraulic simulations. The results demonstrated that all three alternatives are technically feasible; however, the option consisting of a storage reservoir, pumping station, and elevated water tank exhibited the best operational performance, greater service continuity, and lower system vulnerability. The estimated reference project cost was USD 60,885.59, leading to the conclusion that this alternative represents the most feasible solution from technical, economic, and social perspectives.

KEYWORDS: *potable water, feasibility, water supply, modeling.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental reconocido internacionalmente, esencial para la calidad de vida y el desarrollo sostenible de cualquier población. Sin embargo, diversos estudios señalan que la falta de sistemas adecuados de agua potable en comunidades rurales dificulta la eficiente distribución del recurso, afectando en las condiciones de vida de los beneficiarios (Pinilla-Rodríguez & Torres-Sánchez, 2019). Esto evidencia la necesidad de implementar un sistema de abastecimiento de agua potable, de acuerdo con normas y especificaciones técnicas vigentes.

En América Latina, la cobertura de agua potable en las zonas rurales continúa siendo desigual en comparación con las zonas urbanas debido a factores como la poca inversión, las limitaciones técnicas, la dispersión de la población y las deficiencias en el manejo comunitario del recurso hídrico. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) señala que en los sectores rurales es más difícil garantizar un servicio continuo y de buena calidad, por lo que es necesario que los estudios tengan en cuenta las características territoriales y el estilo de vida de cada comunidad (CEPAL, 2011).

En Ecuador, muchas comunidades rurales se abastecen por medio de sistemas comunitarios de agua potable, los cuales enfrentan problemas relacionados a la infraestructura, calidad del agua y la sostenibilidad del servicio. Estudios recientes realizados en zonas rurales del país han evidenciado los problemas que presentan las infraestructuras respecto al suministro y continuidad del servicio, lo que lleva a sus habitantes a depender de otras fuentes que no siempre cumplen con los estándares de calidad requeridos, contrayendo enfermedades de origen hídrico (Acosta Maldonado et al., 2019).

Dentro de este contexto, los estudios de factibilidad cobran importancia, porque facilitan una evaluación integral de los factores técnicos, económicos y sociales vinculados con la implementación de un sistema de agua potable. No contar con estos estudios puede resultar en infraestructuras ineficientes o de corta

vida útil, afectando la continuidad del servicio y la salud de la población beneficiaria (Muñoz-Rodríguez & Estupiñán Gómez, 2025).

La presente investigación busca brindar una solución a los problemas derivados por el desabastecimiento de agua potable en la ciudadela “Las Américas” de la comuna Juan Montalvo, cantón Santa Elena, a través de un servicio adecuado. Tiene como objetivo analizar la factibilidad del sistema, mediante el prediseño de alternativas que garanticen un suministro óptimo para evitar dicho problema. Se espera que esta investigación sirva para la implementación de un sistema de abastecimiento eficiente, y así mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Esta investigación se estructurará de la siguiente manera: en el capítulo I, se desarrolla la descripción del problema, los antecedentes que contextualizan el estudio, la formulación de hipótesis, objetivos, alcance y variables consideradas. El capítulo II aborda el marco teórico, donde se presentan los conceptos fundamentales relacionados con el tema de estudio. En el capítulo III se detalla la metodología aplicada y en el capítulo IV se presentan y analizan los resultados a partir de dicha metodología. Finalmente, el capítulo V se establecen las conclusiones y recomendaciones orientadas a la mejora de la problemática planteada.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Ecuador, un país con gran variedad de recursos hídricos, pero con frecuencia las comunidades enfrentan desafíos que requieren soluciones innovadoras y efectivas. El acceso al agua potable es uno de los problemas más relevantes. Sin este recurso fundamental, no solo se pone en riesgo la salud de las personas, sino también el desarrollo económico y social de estas poblaciones (Mejillones, 2024).

El acceso a un sistema de agua potable adecuado sigue siendo un problema constante en muchas comunidades rurales del Ecuador, donde la provisión de este servicio se ve restringida por factores técnicos, económicos y de gestión. En estos sectores, la infraestructura de abastecimiento de agua suele ser insuficiente o inexistente, lo que obliga a la población a recurrir a fuentes alternativas que no siempre garantizan condiciones adecuadas de calidad y continuidad del servicio.

Ecuador cuenta con 84.2 % de cobertura de agua potable, el 15.9% restante cuentan con agua que proviene de pozo, tanquero u otras fuentes como ríos, vertientes, acequias, canales, grietas o agua lluvia. Existe un gran desbalance en cuanto a distribución de este servicio público, donde a nivel urbano la cobertura de servicios de agua potable es 93.9%, a nivel rural su cobertura llega a un porcentaje de 66.9%. Por lo tanto, el desafío de reducir las brechas existentes entre las áreas urbanas y rurales todavía sigue reflejando resultados negativos para poder voltear esta realidad en el país (INEC, 2026).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (Censo, 2010) la provincia de Santa Elena ha estado experimentando un acelerado crecimiento poblacional y económico, por lo que incrementa la demanda por servicios básicos como agua potable, alcantarillado y vialidad. A pesar de que los municipios son un grupo demográfico importante, no siempre se toman en cuenta las necesidades de las zonas rurales y de expansión. Si no se toman las medidas adecuadas, la falta de planificación para la prestación de servicios básicos puede provocar un estancamiento socioeconómico local.

Santa Elena registra una cobertura agua potable del 89.10%; con coberturas del 92% en la zona urbana frente a 87% en zonas rurales. Sin embargo, al considerar el 10% restante que corresponde a las comunidades rurales que aún no cuentan con el servicio, el nivel de cobertura es del 77%, lo que refleja una desigualdad territorial. La distribución en las parroquias es de la siguiente manera: Atahualpa 95.40%, Colonche 83.30%, Chanduy 90.80%, Manglaralto 93.50%, San José de Ancón 91.40%, Simón Bolívar 45%, Santa Elena 92.10%. Cabe señalar que acceder al agua potable es una problemática constante en la zona norte, siendo las parroquias de Manglaralto y Colonche las más afectadas. Algunas de sus comunidades dependen del abastecimiento mediante pozos y tanqueros, mientras que en otras la cobertura del servicio es proporcionado por AGUAPEN EP, empresa que cubre el 60% de cobertura a nivel provincial (GADSE, 2025).

La falta de acceso al agua potable para las comunas es debido a diferentes factores interrelacionados. Las más relevantes son, la infraestructura limitada y la falta de inversiones para nuevos sistemas de distribución y almacenamiento. Muchas comunidades rurales no disponen de redes de distribución de agua potable o sistemas de tratamiento que garanticen la calidad del agua disponible. Por lo que la población se ve obligada a depender de fuentes de

agua, como acuíferos o ríos (Resumen Estadístico Gestión de Agua Potable y Saneamiento de GAD Municipales, 2020).

Además, los factores climáticos y geográficos constituyen un papel esencial en la accesibilidad de agua en sitios rurales. En zonas áridas o semiáridas, donde no se dispone de agua para consumo humano, la falta de lluvias y la ausencia de fuentes estables pueden restringir de manera significativa al acceso de este recurso necesario para el consumo humano y las actividades agrícolas. Las sequías regulares, derivadas del cambio climático mundial, también agravan estos problemas, incrementando la vulnerabilidad de estas comunidades ante la escasez hídrica (Mejillones, 2024).

A partir de este contexto se encuentra afectada la ciudadela “Las Américas” ubicada en la comuna Juan Montalvo, cantón Santa Elena, la cual experimenta un crecimiento poblacional y económico significativo, lo que incrementa la demanda actual de agua potable. Esta comuna de aproximadamente 1105 habitantes cuenta con el 100% de cobertura de agua potable, aunque dicha cobertura no incluye la zona de estudio. La empresa pública AGUAPEN EP es la encargada del suministro, transportándola desde la planta Atahualpa mediante un sistema de impulsión al tanque de almacenamiento ubicado en una zona estratégica de la comunidad. La distribución a los distintos usuarios es mediante un sistema de gravedad. Teniendo en cuenta lo importante que es el recurso para el desarrollo de la población, la infraestructura actual presenta limitaciones para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la ciudadela. La falta de un sistema bien diseñado incrementa el riesgo de interrupciones en el suministro y posibles afectaciones a la calidad del agua distribuida.

De acuerdo con lo expuesto, la falta de un análisis de factibilidad en proyectos de agua potable en zonas rurales representa una limitante grave, debido a que impide garantizar que la infraestructura propuesta sea viable, accesible y sostenible. En comunidades rurales como Juan Montalvo, esto se observa en un sistema deficiente, con problemas de mantenimiento y poca capacidad de adaptación ante el crecimiento de la demanda.

En este marco, es fundamental realizar un análisis de factibilidad que evalúe de forma integral las condiciones actuales de la ciudadela y determine si la implementación de un sistema de

abastecimiento de agua potable es viable. Este estudio servirá de aporte para la toma de decisiones relacionadas al diseño, mejorando las condiciones de vida de la población.

La formulación general del problema de investigación se presenta en la siguiente interrogante general: ¿Es factible la implementación de un sistema de agua potable para la ciudadela “Las Américas”, ubicada en la comuna Juan Montalvo del cantón Santa Elena, que satisfaga la demanda de la población?

De ello se derivan tres problemas específicos (P.E.):

P.E.1 ¿Cuál es la situación actual de la población y del contexto urbanístico, catastral, social, económico y topográfico de la ciudadela “Las Américas”, y cuál es la demanda de agua del sector?

P.E.2 ¿Qué alternativa de prediseño del sistema de agua potable permite un funcionamiento hidráulicamente eficiente, considerando los componentes y accesorios necesarios?

P.E.3 ¿Cuál de las alternativas presenta mayor viabilidad técnica, económica y social según el análisis presupuestario?

1.2. ANTEDECENTES

Se han seleccionado las siguientes investigaciones:

A nivel internacional se destaca la investigación de Silva (2026) titulada “Diseño del sistema de agua potable de la urbanización Loma Alta Condominio Club – Piura”, cuyo objetivo fue diseñar un sistema que garantice el suministro continuo, seguro y de calidad para la población actual y futura de la urbanización Loma Alta, cumpliendo con los criterios técnicos y normativos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). La metodología adoptó un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo-aplicativo, comprendiendo el análisis de información técnica preliminar, incluyendo planos de lotización, estudios topográficos y estimaciones poblacionales. A partir de ello determinó los parámetros necesarios para el dimensionamiento de los componentes del sistema el cual contempló un reservorio elevado con

una capacidad de 200 m³ y una cisterna de 120 m³. Asimismo, un sistema de bombeo equipado con una bomba centrífuga de 8 HP y una red de distribución conformada por tuberías de PVC de 110 mm de diámetro, cuya validación se realizó mediante simulaciones hidráulicas utilizando el software EPANET.

El estudio concluyó que el sistema de agua potable cumple con las exigencias hidráulicas y técnicas requeridas por el RNE, lo que asegura un suministro eficiente y sustentable durante los 20 años proyectados. Resaltando que la aplicación de herramientas de modelación hidráulica permitió comprobar el funcionamiento del sistema en situaciones críticas de demanda.

A nivel nacional, se destaca el trabajo de investigación de Zambrano (2024) titulado “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Higuerón Afuera del cantón Portoviejo” que tuvo como objetivo diseñar un sistema de agua potable capaz de satisfacer la demanda actual y futura, cumpliendo con las normativas técnicas vigentes y mejorar la calidad de vida de la población. Presentando una metodología de tipo aplicada y descriptiva, con enfoque cuantitativo, apoyada en análisis de campo obtuvieron la población y caudales de diseño. El diseño de red fue mediante el método de red abierta con tuberías de PVC correspondientemente validados mediante el software WaterCAD demostrando parámetros tales como presiones y velocidades mayores a lo mínimo dentro del rango normativo, además de brindar un presupuesto referencial del sistema. El estudio concluyó con un diseño del sistema de agua potable técnica y económicamente viable para el sector Higuerón Afuera, además que el estudio socioeconómico reveló una alta aceptación por la comunidad de estudio, constituyéndose en un antecedente relevante para investigaciones relacionadas con el diseño de sistemas de agua potable en zonas rurales.

En el ámbito local, citamos la investigación de Balón y Carrera (2025) titulada “Análisis de factibilidad del sistema de agua potable para comunidades de hasta 1000 habitantes” cuyo objetivo fue evaluar la factibilidad técnica y económica mediante el diseño hidráulico preliminar de la línea de conducción, almacenamiento y distribución con una metodología aplicada de tipo descriptiva con enfoque cuantitativo. Emplearon métodos de proyección poblacional y compararon tres alternativas de diseño hidráulico considerando eficiencia, presión, costos y facilidad de mantenimiento, bajo los criterios establecidos en la norma CPE INEN 5-9.2:1997.

La población de diseño fue de 59 habitantes y una dotación de 65 l/hab/día. El sistema seleccionado contempló tuberías de PVC, un volumen de almacenamiento 12 m³ y un sistema de bombeo de 1 HP. La simulación hidráulica en WaterCAD arrojó resultados dentro de la normativa en cuanto a presiones y velocidades logrando así un presupuesto estimado. Los autores concluyeron que la alternativa seleccionada es factible tanto técnica como económica, cumpliendo con la norma CPE INEN 5-9.2:1997 y garantiza la cobertura total del servicio.

Se destaca la investigación de Mejillones (2024) titulada “Análisis del sistema de abastecimiento de agua potable en la comuna Atravezado, parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena”, cuyo objetivo fue analizar y diseñar una red de distribución de agua potable que garantice cobertura, continuidad del servicio y sostenibilidad, tomando en cuenta el crecimiento poblacional y las características topográficas del sector. La metodología fue de enfoque cuantitativo y carácter descriptivo. Se determinó una población de diseño de aproximadamente 1.000 habitantes y una dotación de 150 l/hab/día. Los caudales de diseño alcanzaron valores de 0,08 l/s como caudal medio diario, 0,11 l/s como caudal máximo diario y 0,21 l/s como caudal máximo horario. El sistema de red de distribución contempló un área de intervención de 5 hectáreas y el aprovechamiento del sistema de reservorios existentes. Con los resultados del software WaterCAD se determinaron parámetros dentro del rango normativo obteniendo un presupuesto referencial estimado a USD 61.412,11.

A nivel local, se menciona el trabajo de Bautista y Pérez (2024) quienes desarrollaron un diseño del sistema de agua potable para la comuna La Ciénega en Chanduy con el fin de garantizar el acceso continuo, seguro y eficiente al recurso hídrico para sus habitantes, considerando parámetros hidráulicos, topográficos y normativos establecidos en el Código Ecuatoriano de la Construcción. Con una metodología de enfoque cuantitativo con nivel explicativo y diseño no experimental determinaron una población futura de diseño de 278 habitantes y una dotación de agua de 65 l/hab/día. El sistema contempló un tanque elevado de 55 m³, un sistema de bombeo con una bomba de 1.24 HP y tuberías de PVC de 110 mm de diámetro. Asimismo, el presupuesto referencial alcanzó un monto total aproximado de USD 755.956,81. Se concluyó que el diseño propuesto cumple con los criterios técnicos y normativos vigentes.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

El sistema de agua potable para la ciudadela “Las Américas”, ubicada en la comuna Juan Montalvo del cantón Santa Elena, es factible de implementar para satisfacer la demanda de la población.

1.3.2. Hipótesis Específicas

H.E.1. La información poblacional, urbanística, catastral, social, económica y topográfica, así como el sistema existente, permiten determinar la demanda de agua potable de la ciudadela “Las Américas”.

H.E.2. Las alternativas de prediseño propuestas para el sistema de agua potable garantizan un funcionamiento hidráulico eficiente del sistema de agua potable, cumpliendo con los parámetros técnicos establecidos.

H.E.3. Una de las tres alternativas del sistema de agua potable presenta mayor viabilidad técnica, social y económica en comparación con las demás, convirtiéndose en la opción más adecuada para su implementación.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Realizar el análisis de factibilidad del sistema de agua potable para la ciudadela “Las Américas”, ubicado en la comuna Juan Montalvo del cantón Santa Elena.

1.4.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Analizar la información poblacional, urbanística, catastral, social, económica, topográfica y el sistema de agua potable existente, mediante la recopilación de datos,

levantamiento topográfico con estación total y aplicación de la norma CPE INEN 1992, para calcular la demanda de agua potable.

O.E.2 Elaborar tres alternativas de prediseño del sistema de agua potable, incluyendo los componentes y accesorios, con base en criterios técnicos y modelación hidráulica con software WaterCAD, con el fin de evaluar su funcionamiento y comportamiento hidráulico.

O.E.3 Determinar el presupuesto referencial de las tres alternativas de prediseño a través del análisis de costos y precios unitarios, con el propósito de seleccionar la opción más viable técnica, económica y social para la implementación del sistema de agua potable.

1.5. ALCANCE

La investigación se centrará en la ciudadela “Las Américas” ubicada en la comuna Juan Montalvo. El estudio abordará el análisis del sector actual, así como del estado actual del sistema existente. Se incluirá el cálculo de la demanda tomando en cuenta criterios técnicos y normativos de acuerdo con la norma CPE-INEN 1992. Además, la elaboración de tres alternativas de prediseño del sistema de agua potable con los componentes y accesorios necesarios para su adecuado funcionamiento. De igual manera, la estimación de costos y elaboración de presupuestos para cada alternativa, permitiendo realizar una comparación técnica, económica y social para seleccionar la opción más viable y su posible implementación. Como limitaciones, el estudio no incluye análisis geotécnicos, por lo tanto, no se evalúan las características mecánicas del terreno. Tampoco incluye análisis estructurales y potabilización del agua, asumiendo que el agua es apta para consumo, ni contempla la evaluación ambiental del proyecto. Se utilizarán softwares como AutoCAD, civil 3D, WaterCAD y Excel para los cálculos.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variables Dependientes

- Factibilidad del sistema de agua potable

1.6.2. Variables Independientes

- Información poblacional, urbanística, catastral, social, económica y topografía
- Presupuestos referenciales
- Demanda y presión del servicio

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

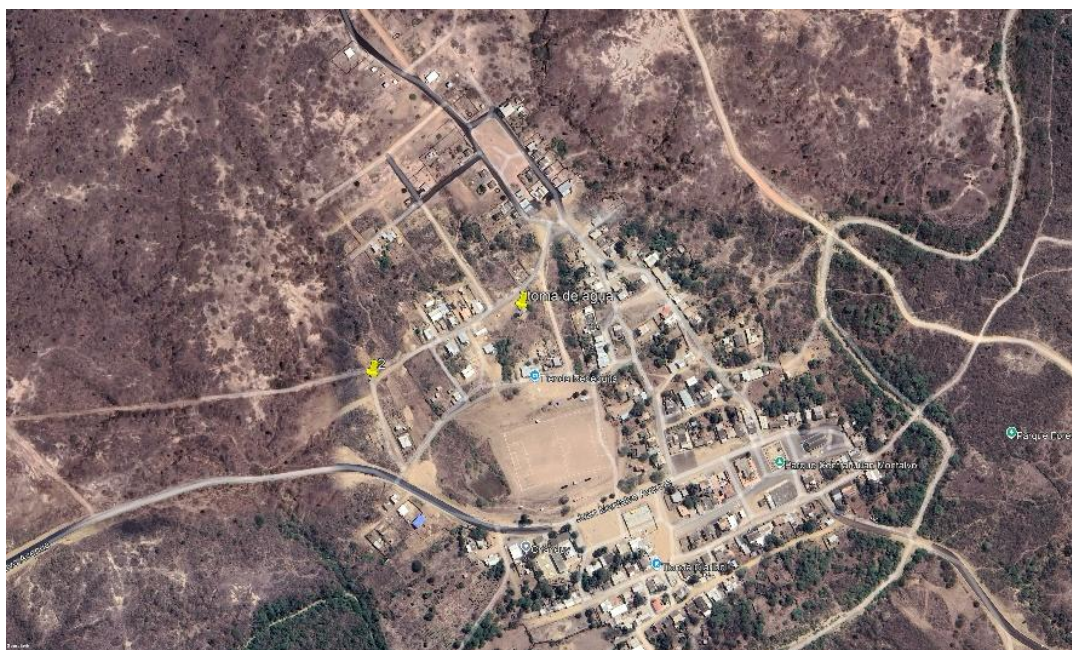
2.1.DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.1.1. Ubicación Geográfica

La ciudadela “Las Américas” se encuentra en la comuna Juan Montalvo, provincia de Santa Elena, Ecuador, aproximadamente a 3 km del kilómetro 112 de la vía Guayaquil-Salinas al suroeste de la cabecera cantonal, constituyéndose como una zona rural. Cuenta con una extensión de 6.706 hectáreas. El área de estudio presenta nivel promedio de 70 m.s.n.m., En cuanto al clima, la mayor parte de la península de Santa Elena es catalogada como tropical megatérmico árido a semiárido, con temperaturas medias anuales cercanas a los 24°C. Las temperaturas máximas rara vez superan los 32°C y las mínimas se encuentran alrededor de los 16°C.

Figura 1

Ubicación de la comuna Juan Montalvo



Nota: Adaptado de Vista Satelital de Google Earth

Tabla 1

Límites de la comuna Juan Montalvo

Orientación	Referencias
Norte	Comuna Baños de San Vicente
Sur	Comuna Buena Fuente
Este	Comuna Saya
Oeste	Parroquia Chanduy

2.2. VIABILIDAD

La vía principal de ingreso a la comuna se encuentra asfaltada, fue inaugurada en el año 2025 por la Prefectura de Santa Elena, por lo que el acceso no presenta inconveniente. Además, las calles principales también se encuentran asfaltadas.

2.3. AGUA POTABLE

El agua potable es aquella que ha sido sometida a procesos de tratamiento destinados a cumplir normas de calidad que garanticen que sea apta para consumo humano. Este tipo de agua no contiene contaminantes, agentes patógenos, ni sustancias químicas o biológicas que puedan afectar la salud de la población. Para que sea potable, debe ser sometida a diversas etapas de tratamiento como la filtración, la desinfección y la eliminación de partículas sólidas y de concentraciones excesivas de minerales cuando sea necesario (Bautista & Pérez, 2024).

El agua potable constituye un recurso esencial para la vida humana y un elemento fundamental para que las comunidades se desarrollen de forma sostenible. La Organización Mundial de la Salud OMS (2017) indica que el acceso continuo y seguro a este recurso es un derecho humano básico, porque influye directamente en la salud pública, el desempeño económico y la estabilidad social de la población.

En territorios rurales y periurbanos, la falta de sistemas eficientes de abastecimiento de agua crea situaciones de riesgo sanitario y restringe el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Diversos estudios técnicos demuestran que el suministro de agua potable a través

de infraestructuras bien planificadas contribuye de gran manera a reducir enfermedades de origen hídrico y a fortalecer los niveles de bienestar social.

2.4. CALIDAD DEL AGUA POTABLE

La calidad del agua se refiere a sus condiciones físicas, químicas y biológicas, las cuales permiten determinar si es adecuada para diferentes usos, como el consumo humano, el riego o las actividades recreativas. Para que el agua sea considerada segura, debe estar libre de microorganismos que causen enfermedades, no contener sustancias químicas dañinas para la salud, no ser turbia ni salada, y no presentar olores o sabores desagradables. Estos aspectos son esenciales para asegurar un suministro de agua seguro y confiable para la población (Bautista & Pérez, 2024).

Es necesario establecer límites máximos permitidos para la concentración de elementos y compuestos en el agua potable, con el fin de asegurar que sea segura para el consumo doméstico. Estos valores corresponden a los establecidos en la norma NTE INEN 1108, denominada “Agua Potable. Requisitos”, cuyo cumplimiento es obligatorio (CPE-INEN, 1997).

2.4.1. Calidad física

La calidad física del agua potable es el conjunto de características físicas que describen las condiciones y propiedades del agua apta para consumo humano. La calidad física puede variar según la fuente de abastecimiento y los procesos de tratamiento que sufra el agua antes de ser distribuida a la población (Zambrano Vera, 2024).

A. Color

El agua potable debe ser clara y transparente, la norma NTE INEN 1108 establece una diferencia entre color verdadero (medido después de eliminar partículas suspendidas) y color aparente (incluye el efecto de estas partículas). En ambos casos, el límite máximo permitido es 15 unidades Pt-Co. Valores superiores o cualquier coloración fuera de lo normal puede ser

indicativa de contaminantes, como minerales disueltos o materia orgánica y afectar la calidad del recurso (Ruiz Alania, 2022).

B. Turbiedad

La turbiedad está relacionada con el grado de transparencia del agua y depende de la existencia de partículas en suspensión como sólidos y sedimentos. En cuanto al agua para consumo humano, debe ser clara, sin partículas visibles, ya que estas pueden alterar su calidad (Laz Del Pezo, 2025). El límite máximo permitido es de 5 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez), un valor superior dificulta la potabilización.

C. Olor y sabor

Deben ser no objetables, es decir aptas para consumo. Estas propiedades pueden ser generadas por la acción de microorganismos y algas, que producen compuestos orgánicos, o por la introducción de desechos. El agua puede tener sabores distintos, como amargo, dulce o salado. También, la presencia de malos olores en el agua puede ser una señal de que hay contaminantes que representan un riesgo para la salud humana (Guaman Chuma & Tarís Tandalla, 2017).

D. Temperatura

La temperatura no establece un límite, pero depende de las condiciones ambientales de la zona. Es un parámetro importante para considerar porque afecta procesos como la actividad biológica, la absorción de oxígeno y la precipitación de compuestos. Además, influye en la eficacia de procesos como la desinfección y la floculación (Guaman & Tarís, 2017).

2.4.2. Calidad química

Los compuestos químicos presentes en el agua se clasifican en cuatro grupos: los que influyen en la potabilidad, los que representan riesgo para la salud, los compuestos tóxicos no deseados y los compuestos químicos indicadores de contaminación (NTE-INEN 1108, 2014).

A. Dureza

La dureza del agua depende de la cantidad de minerales disueltos que contiene, sobre todo de calcio y magnesio. No debe superar los 500 mg/l como $CaCO_3$, valores superiores pueden ocasionar problemas en las tuberías, pero en cantidades moderadas son positivos para la salud humana (Petro Niebles & Wees Martínez, 2014).

B. Sólidos y residuos

Esta característica se refiere al conjunto de residuos que, tras el proceso de secado y evaporación a una temperatura determinada, permanecen como materia residual del agua. Los sólidos que hay en el agua pueden ser de dos tipos: suspendidos y disueltos; la suma de ambos da los sólidos totales que tiene como límite máximo 1000 mg/l, valor que garantiza que el agua sea segura de ingerir (Guaman & Tarís, 2017).

C. PH

El pH nos dice si el agua es ácida o si es alcalina en una escala de 0 a 14. Para el agua potable, este valor debe estar en un rango determinado, normalmente cerca de la neutralidad (pH 7), a fin de que el agua sea segura y aceptable para el consumo humano, un valor inferior indica que el agua es ácida, mientras si el valor superior, es alcalina (Petro Niebles & Wees Martínez, 2014).

La calidad bacteriológica del agua de consumo humano se determina mediante el examen de la presencia y cantidad de microorganismos, en especial bacterias, en el agua destinada al consumo humano. La presencia de ciertas bacterias puede ser un indicador de contaminación, y si no se controla de forma adecuada, puede poner en riesgo la salud pública. Por eso la evaluación bacteriológica es un elemento clave para asegurar que el agua sea segura para el consumo humano (Zambrano Vera, 2024).

Tabla 2*Calidad bacteriológica*

CLASIFICACIÓN	NMP/100 ml DE BACTERIAS COLIFORMES (*)
a) Exige solo tratamiento de desinfección	0 - 50
b) Exige métodos convencionales de tratamiento	50 - 5000
c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos	5000 - 50000
d) Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales. Estas fuentes se utilizarán solo en casos extremos	más de 50000

Nota. Tomado de (CPE-INEN, 1992)

2.5. MARCO LEGAL ECUATORIANO

La Constitución del Ecuador reconoce al agua potable como un derecho fundamental y como un bien estratégico de uso público.

Artículo 12: declara que el acceso al agua potable es un derecho humano esencial e irrenunciable, y que no será privatizada. La constitución asegura que el Estado tiene la responsabilidad de gestionar y proteger este recurso vital, asegurando su disponibilidad, calidad y acceso para todos.

Artículo 35: establece las competencias y responsabilidades de los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) en la gestión del agua, determinando su función en la administración, control y suministro del agua dentro de sus respectivas jurisdicciones.

Artículo 36: determina los derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades respecto al uso y gestión del agua, incorporándolos a participar en el manejo y la planificación de los recursos hídricos.

2.6. FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE

Un estudio de factibilidad en proyectos de agua potable es un análisis integral que permite determinar si la implementación de un sistema es viable desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social. Este estudio se basa en recopilar y analizar información sobre la demanda poblacional, las condiciones topográficas, la disponibilidad de fuentes de agua y los parámetros de calidad, con el fin de disminuir riesgos e incertidumbres en el diseño. Además, toma en consideración los costos de construcción, operación y mantenimiento, así como la aceptación de la comunidad y el impacto en la salud pública. De esta manera, aporta elementos clave para la toma de decisiones antes de su ejecución (Quezada López, 2023).

2.6.1. Factibilidad técnica

La factibilidad técnica se refiere a la posibilidad de diseñar, construir y operar un sistema de abastecimiento de agua potable de forma eficiente, acatando los parámetros hidráulicos, constructivos y normativos establecidos para estas estructuras. Un sistema se considera técnicamente factible cuando todos sus componentes han sido calculados con base a la demanda proyectada, garantizando caudales, presiones y condiciones de operación adecuadas durante todo el período de diseño (CPE-INEN, 1992).

2.6.2. Factibilidad económica

La factibilidad económica está asociada a la viabilidad financiera para llevar a cabo un proyecto de agua potable, evaluando los costos de inversión, operación y mantenimiento en función del tamaño del proyecto y la cantidad de personas que se benefician. De acuerdo con la normativa técnica vigente, un sistema es económicamente viable cuando las alternativas de diseño permiten optimizar los recursos económicos disponibles sin comprometer el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos, garantizando la sostenibilidad del servicio a lo largo de su vida útil (CPE-INEN, 1992).

2.6.3. Factibilidad social

La factibilidad social tiene que ver con el grado en que un sistema de abastecimiento de agua potable satisface las necesidades de la población y contribuye a mejorar sus condiciones de vida. Si bien la normativa INEN se centra en aspectos técnicos, su aplicación apunta a garantizar un servicio continuo, adecuado y equitativo, lo cual es un factor determinante para la aceptación social del proyecto. En este sentido, un sistema es socialmente factible cuando mejora el acceso al agua potable, reduce riesgos sanitarios y beneficia directamente a la comunidad atendida.

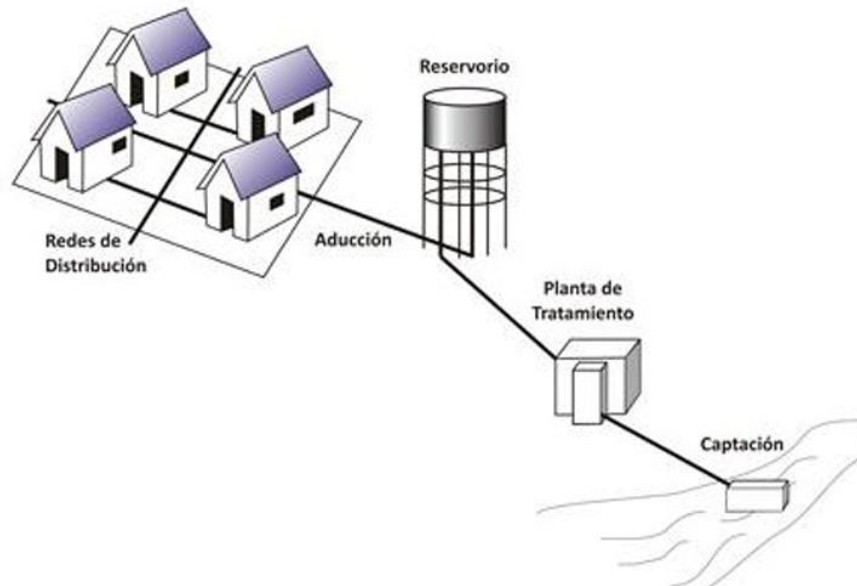
2.7. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

El sistema de abastecimiento de agua potable está formado por la infraestructura y el conjunto de actividades planificadas para proporcionar agua de forma segura, eficaz y sostenible a las poblaciones, tanto urbanas como rurales. Este sistema abarca todas las etapas, desde la captación o extracción del agua en su estado natural, el tratamiento adecuado y la distribución a los usuarios finales. Su objetivo primordial es garantizar la disponibilidad de agua de calidad para consumo humano y otros usos domésticos e industriales, contribuyendo a la protección de la salud pública y el bienestar general de la comunidad (Lossio Aricoché, 2012).

Los sistemas de abastecimiento se pueden clasificar, según el método de conducción; en sistemas por gravedad, por bombeo o mixtos, en función de las condiciones topográficas y de la disponibilidad energética. En el área rural, los sistemas por gravedad son generalmente preferidos por su menor costo operativo y su fácil mantenimiento, siempre que la topografía lo permita.

Figura 2

Esquema de un sistema de agua potable por bombeo



Nota: extraído de (Plua Quevedo, 2019)

2.8. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

2.8.1. Fuentes De Abastecimiento

A. Fuente Superficial

Corresponde a cuerpos de agua como ríos, quebradas y lagos. Su característica principal es que se mueven o se encuentran sobre la superficie de la tierra. La calidad de estas fuentes depende mucho de las condiciones climáticas de la zona, en particular de las lluvias, y también de la velocidad con que corre el agua, ya que esto influye en el transporte y acumulación de sedimentos (Macias cevallos, 2024).

B. Fuente Subterránea

Para poder aprovechar estas fuentes de agua se deben construir infraestructuras como pozos, galerías filtrantes u otras obras hidráulicas para extraer el agua almacenada bajo tierra. Luego el recurso se bombea para su uso en tanques o áreas de almacenamiento. Estas fuentes brindan

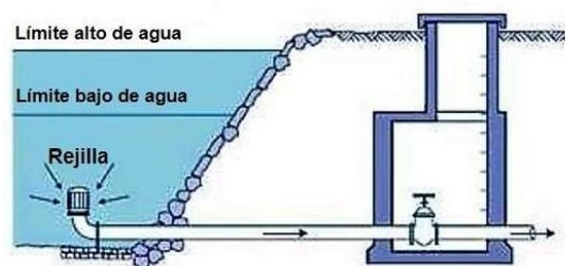
mejores condiciones de calidad natural, pero su captación requiere de un diseño técnico adecuado para garantizar un suministro eficiente y continuo (Macias cevallos, 2024).

2.8.2. Captación

Se conoce como captación de agua potable al conjunto de infraestructuras y obras que tienen por objeto recoger el agua de fuentes naturales, ya sean superficiales o subterráneas, para iniciar los procesos de tratamiento y distribución. Es importante proteger el recurso hídrico en el diseño de estas estructuras, evitando su contaminación desde la fase inicial. De igual forma, cada sistema es diseñado en base a las características específicas del entorno en que se implementa, considerando aspectos tales como el tipo de fuente disponible, el caudal existente, la calidad del agua y la población que se abastecerá (Siguencia Fajardo, 2020).

Figura 3

Sistema de captación



Nota: extraído de (Zambrano Vera, 2024).

2.8.3. Conducción

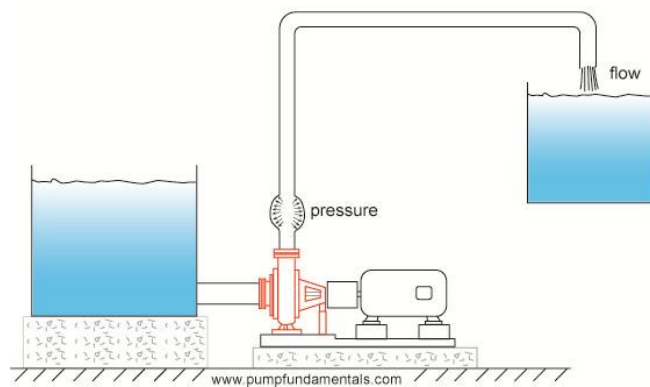
Se conoce como conducción de agua potable a un sistema conformado por conductos y accesorios, el cual se utiliza para llevar agua desde una fuente de abastecimiento o desde la captación hasta la planta de tratamiento o algún tanque regulador. Hay dos tipos de conducción; la primera es a gravedad, que se produce cuando la topografía del área permite mover el agua solo con energía hidráulica; la segunda opción es mediante impulsión o bombeo, que consiste en que una o varias bombas proporcionan la energía hidráulica necesaria para transportar el agua (Chávez Melgar & Ramírez Layana, 2022).

2.8.4. Conducción por bombeo

El sistema de conducción por bombeo se utiliza cuando el agua debe ser transportada desde el punto de captación, que se encuentra en una cota menor, hacia un sitio que está a mayor altura, lo que requiere la incorporación de energía adicional para hacer posible su traslado. En este tipo de sistemas resulta fundamental considerar aspectos técnicos tales como la realización de mantenimientos periódicos, cálculo de la altura dinámica total y determinación de las horas de operación requeridas para garantizar un funcionamiento eficiente y continuo del sistema (Aguirre, 2015).

Figura 4

Configuración típica de un sistema de bombeo para conducción de agua



Nota. Adaptado de “Centrifugal Pump Sistem Tutorial”, por Pump Fundamentals, 2019.

2.8.5. Conducción por gravedad

El agua se conduce desde el punto de captación que se encuentra en una cota más elevada, hasta la planta de tratamiento o tanque de almacenamiento que se encuentra en una cota inferior, aprovechando la diferencia de niveles del terreno. El proceso depende directamente de las características topográficas del área y necesita que el sistema cumpla los parámetros adecuados de velocidad y presión, para asegurar que el agua llegue de forma eficiente y segura a cada punto de abastecimiento (Orellana, 2005).

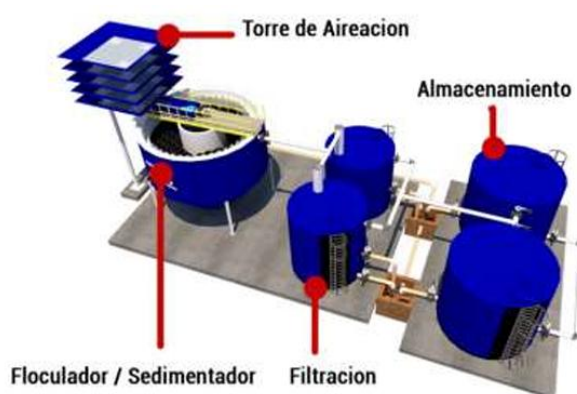
2.8.6. Planta de tratamiento

Una planta de tratamiento, dentro del contexto del abastecimiento de agua potable o del manejo de aguas residuales, es una instalación diseñada para procesar el agua en su estado natural o residual, con el objetivo de eliminar o reducir la presencia de contaminantes, microorganismos patógenos y otras sustancias no deseadas. Su objetivo principal es asegurar el acceso a agua segura y de calidad para el consumo humano, o tratar las aguas residuales antes de devolverlas al medio ambiente, protegiendo así la salud pública y el entorno natural. (Zambrano Vera, 2024).

Los procesos que se aplican en una planta potabilizadora están definidos por el nivel de contaminación del agua de origen y por el volumen que se debe tratar. Por ello, el diseño de estas instalaciones se lleva a cabo siguiendo criterios técnicos y normativas específicas que aseguran tanto la seguridad del agua para consumo humano como el funcionamiento eficiente del sistema para satisfacer las necesidades de la población. En Ecuador se siguen lineamientos como la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108, que establece los parámetros de calidad del agua potable, y la norma INEN 2200, que regula los procedimientos de muestreo y análisis necesarios para verificar que se cumplen las normas. (Balón & Carrera, 2025).

Figura 5

Planta de tratamiento de agua potable



Nota: extraído de (Zambrano Vera, 2024).

2.8.7. Almacenamiento

Los sistemas de almacenamiento tienen la finalidad de proveer agua para consumo humano a las redes de distribución, asegurando presiones de servicio adecuadas y volúmenes suficientes

para satisfacer las variaciones de demanda. De igual forma, deberán contar con una capacidad adicional que les permita atender situaciones extraordinarias, tales como incendios, interrupciones temporales de la fuente de abastecimiento o la paralización parcial de la planta de tratamiento (Llanos Chanta & Mera Vargas, 2020).

El almacenamiento de agua potable puede analizarse desde diferentes enfoques:

A. Tanque de Almacenamiento.

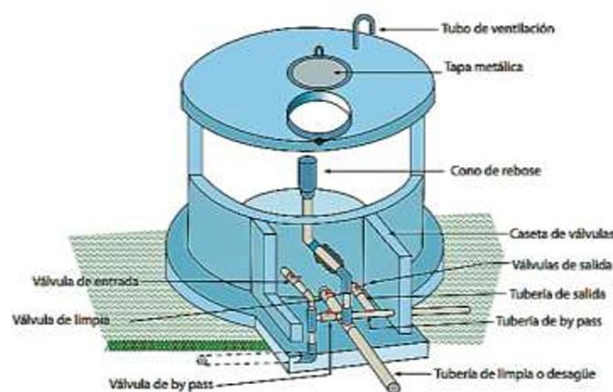
Al finalizar el proceso de tratamiento en la planta potabilizadora, el agua se traslada a tanques de almacenamiento diseñados específicamente para mantener sus condiciones de calidad y garantizar su disponibilidad. Estos elementos juegan un papel fundamental al permitir la regulación de las variaciones horarias en el consumo, ya que en sectores donde la demanda varía a lo largo del día, el almacenamiento permite equilibrar el suministro con los picos de consumo. De igual manera, los tanques de almacenamiento aseguran el suministro continuo a los hogares, aún ante posibles interrupciones en la planta de tratamiento, en la captación, en la línea de conducción, entre otras eventualidades (Guaman Chuma & Tarís Tandalla, 2017).

Los tanques de almacenamiento pueden clasificarse de acuerdo con diversos criterios técnicos.

i) Por los materiales: acero, concreto, mampostería y ferrocemento. ii) Por su forma: esféricos, semiesféricos, rectangulares o cilíndricos. iii) Según su posición con relación al terreno: tanques elevados, enterrados, semienterrados y superficiales (Balón & Carrera, 2025).

Figura 6

Tanque de almacenamiento de agua potable



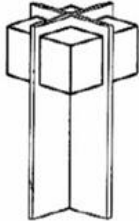
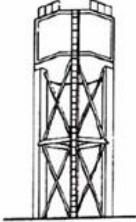
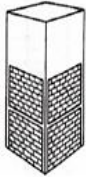
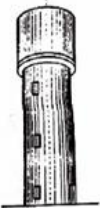
Nota: extraído de (Silva García, 2026).

B. Tanque elevado.

Sirven para almacenar agua en diferentes situaciones. Se emplean mucho en entornos industriales, donde su función es garantizar un suministro continuo de agua, incluso ante interrupciones del servicio o fallas en las instalaciones. También se usan de reserva en las pequeñas comunidades, para evitar problemas por la escasez de agua. Estos tanques están diseñados para facilitar la gestión de la capacidad de almacenamiento y del volumen de agua producido, lo que permite su liberación una vez que alcanza el nivel máximo. Este tipo de sistema permite mantener un caudal constante en las líneas de distribución o de producción, optimiza los procesos operativos y contribuye a reducir el uso innecesario de agua. Por lo general, se ubican sobre estructuras metálicas cuya altura varía entre 10 y 25 metros, según su capacidad y la función específica que cumplen dentro del sistema de abastecimiento (Narváez & Velasquez, 2024).

Figura 7

Tipos de tanques elevados

Tanque elevado de concreto contraventeado 	Tanque elevado de concreto con muros de concreto 	Tanque elevado de concreto con traveses rigidizantes 	Tanque elevado de concreto con muros de mampostería 
Tanque elevado cilíndrico de concreto con subestructura cilíndrica 	Tanque elevado de concreto con cubierta cónica 	Tanque con la torre del mismo diámetro del recipiente 	Tanque con traveses rigidizantes 

Nota: extraído de (Alcantar et al., 2013).

2.8.8. Red De Distribución

Se denomina red de distribución de agua potable al conjunto de tuberías, válvulas, bombas y demás elementos hidráulicos que tienen como función llevar el agua ya tratada a los diferentes puntos de consumo, ya sean viviendas, establecimientos comerciales e instituciones. Este sistema es parte fundamental de la infraestructura de abastecimiento de una comunidad, puesto que está diseñado para asegurar que el agua llegue a los usuarios finales de forma continua, eficiente y bajo condiciones adecuadas de seguridad y calidad (Chiquito Sánchez, 2020).

Su diámetro debe satisfacer el caudal máximo horario. En ciudades y poblaciones con un gran número de habitantes se debe tener en cuenta el caudal de incendios más el caudal de emergencia. Es indispensable sectorizar la red de distribución para mantener las presiones de servicio en el rango establecido por los parámetros de diseño (Macias cevallos, 2024).

A. Elementos principales de una red de distribución

Topografía. Barriga & Bernabé (2024) señalan que la estación total es un instrumento electroóptico elemental para desarrollar trabajos topográficos. Este equipo se compone de un teodolito electrónico, un distanciómetro y un microprocesador, y permite el cálculo directo de coordenadas. Utilizarlo permite replantear puntos con precisión, determinar rumbos y distancias con un alto grado de exactitud, por lo que es una herramienta indispensable para realizar levantamientos topográficos detallados y seguros. Para ubicar un punto determinado, se requiere un par de coordenadas, que son una distancia y un ángulo. En el caso de las coordenadas cartesianas, se determina la posición de punto por medio de dos líneas perpendiculares en un sistema ortogonal, lo que permite una representación clara y precisa del espacio.

Demanda. La demanda de agua es un factor fundamental que debe evaluarse correctamente. Para el análisis se recopila información demográfica, como la población actual y sus proyecciones de crecimiento. Al mismo tiempo, se estudian los hábitos y patrones de uso del agua en la comunidad, con el fin de identificar correctamente las necesidades actuales y futuras (Mejillones, 2024).

Presión. La presión del agua debe ser adecuada para asegurar un abastecimiento eficiente en todos los puntos de consumo del sistema, evitando al mismo tiempo valores excesivos que puedan causar daños en las tuberías y demás componentes de la red. Por lo tanto, es necesario efectuar cálculo y análisis de la presión que soportará toda la red de distribución, con la finalidad de asegurar un funcionamiento seguro, eficiente y conforme a los criterios técnicos establecidos.(Mejillones, 2024).

Tubería. En sistemas de abastecimiento de agua potable, la elección de las tuberías se basa en criterios técnicos como la resistencia, durabilidad, condiciones de operación y características del terreno. Por este motivo, algunos materiales se utilizan con más frecuencia que otros porque ofrecen mayor eficiencia para garantizar un suministro seguro y continuo del recurso hídrico.

Tubería de policloruro de Vinilo (PVC). Las tuberías de PVC son materiales termoplásticos compuestos por polímeros de cloruro de vinilo, caracterizados por una alta resistencia a la corrosión y a agentes químicos. Se caracterizan además por ser económicas, de fácil y rápido montaje, con buena resistencia mecánica, bajo peso y facilidad de transporte (Jiménez Terán, 2013).

Tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Los tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) tienen características similares a las del PVC, incorporando ventajas como la posibilidad de unión por termofusión, su flexibilidad y una instalación rápida. Destacan por su durabilidad y por no alterar las propiedades o la calidad del agua transportada (Balón & Carrera, 2025).

Tubería de Hierro Fundido (HF). Aunque su uso en redes de distribución ha disminuido por su alto costo, sigue usándose en estaciones de bombeo y otros componentes del sistema que requieren mayor robustez y resistencia a impactos. También se emplea este material para la fabricación de piezas especiales y válvulas, las cuales se pueden adaptar a distintos tipos de tuberías dependiendo de las necesidades del sistema (Balón & Carrera, 2025).

Figura 8

Tubería de hierro fundido



Nota: tomado de (Balón & Carrera, 2025).

Materiales. La elección del material de las tuberías es un punto fundamental en el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua, ya que depende de varios factores como la presión de operación del sistema, las características del terreno y su potencial corrosivo, el costo de los materiales y la vida útil esperada para la infraestructura.

2.8.9. Tipos De Redes De Distribución

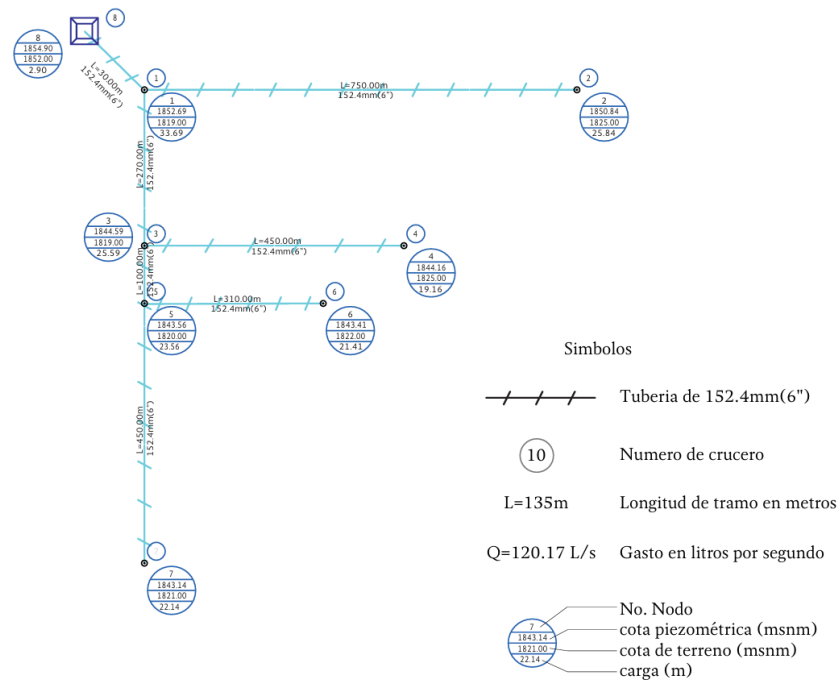
A. Red abierta o ramificada.

Se denomina red abierta o ramificada a aquella red de distribución en la cual una tubería principal se divide en varios ramales o líneas secundarias para abastecer a diferentes zonas o usuarios. Este sistema es muy empleado en las redes de suministro de agua potable, ya que permite que el agua se distribuya de forma eficiente desde una fuente principal hacia viviendas, edificios, industrias y otros puntos de consumo, facilitando así la cobertura del servicio en distintas áreas (CONAGUA, 2007). Consta de una tubería principal de mayor diámetro, la cual se conecta a nodos de servicio o a pequeñas mallas de tuberías de menor diámetro. A este tipo de red también se le conoce como espina de pescado, por la forma que tiene. Se emplea, por lo general, en poblaciones cuyas viviendas están dispersas o a hilera a lo largo de una vía principal,

facilitando así una distribución funcional y económica del agua potable (Macias Cevallos, 2024).

Figura 9

Red abierta o ramificada



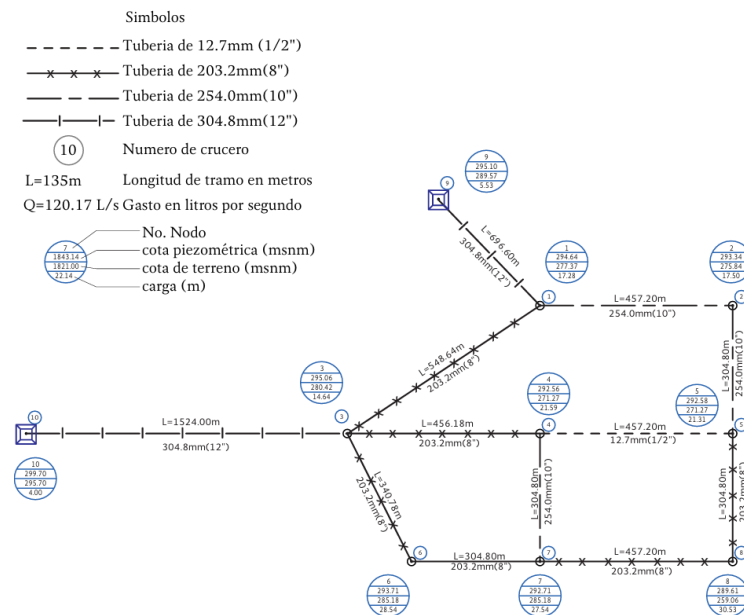
Nota: tomado de (CONAGUA, 2007).

B. Red cerrada o mallada.

Se denomina red cerrada o red mallada a aquella red de distribución en la cual el agua circula continuamente dentro del propio sistema, sin que se incorpore ni se evacue agua hacia fuentes externas. Es decir, el recurso hídrico permanece dentro de un circuito interno, sin entrada de agua desde ríos, pozos o plantas de tratamiento, lo cual permite un control más riguroso del flujo y las condiciones operativas de la red (Davila, 2017). Este tipo de sistema se aplica principalmente a las localidades que disponen de una urbanización planificada, con manzanas o calles. En este esquema, el agua corre por las tuberías en doble sentido, es decir, de ida y de vuelta, lo cual permite mantener un suministro continuo incluso cuando ocurren fallas, reparaciones o trabajos de mantenimiento en alguna sección de la red, garantizando así una distribución más confiable del servicio de agua potable (Vierendel, 2009).

Figura 10

Red cerrada o mallada



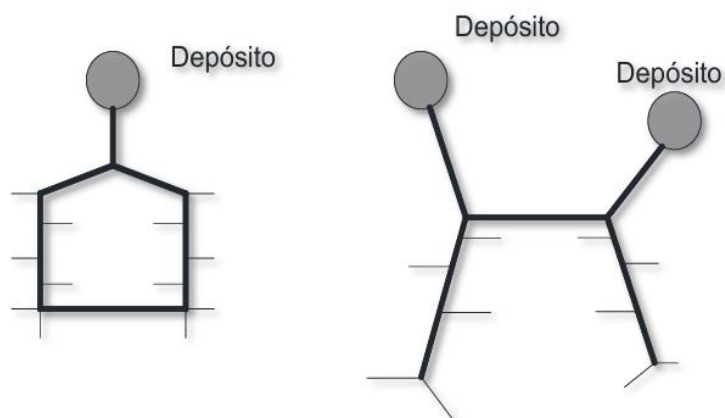
Nota: tomado de (CONAGUA, 2007).

C. Red mixta.

Esta situación se da cuando se necesita incorporar ramificaciones dentro de redes cerradas, para asegurar una correcta distribución del flujo y mantener el funcionamiento hidráulico del sistema.

Figura 11

Esquema de una red mixta



Nota: tomada de (Paredes Ponluisa, 2020)

2.9. ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

Son estructuras que no están siempre incorporadas en el sistema, pero se emplean para solucionar problemas concretos y de esta manera posibilitar que el sistema funcione adecuadamente (Liriano Ricardo & Zambrano Pilligua, 2025).

2.9.1. Estación De Bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios que extraen agua de la fuente de abastecimiento, ya sea directa o indirectamente, para luego enviarla a un reservorio o a la red de distribución (OPS/CEPIS/05.161, 2005).

Figura 12

Estacion de bombeo



nota: tomado de (Guanoliquin & Simbaña, 2023).

2.9.2. Hidrante

Los hidrantes son conexiones especiales de la red que se encuentran a una cierta distancia, distribuido en las vías públicas (CONAGUA, 2007)

Figura 13

Tipos de hidrantes



Nota: extraído de (Méndez & Ponce, 2021).

2.9.3. Válvulas De Aire

Se instalan para poder entrar o dejar salir el aire a la línea. Se necesitan más cuando se realiza el llenado o vaciado de la línea. Se emplean en secciones largas de tuberías y en áreas elevadas donde suele acumularse gran cantidad de aire, lo que obstaculiza el flujo del agua o reduce la capacidad para transportarla por la línea (Plua Quevedo, 2019).

Figura 14

Válvula de expulsión de aire



Nota: extraído de (Plua Quevedo, 2019).

2.9.4. Válvulas Controladoras De Presión

Dependiendo de su ubicación, existen numerosas válvulas de este tipo, incluidas las de reducción, las sostenedoras y las que alivian la presión. Las válvulas anticipadoras de onda y las válvulas que regulan bombas también son parte del sistema de tuberías. Todas ellas son

esenciales para su funcionamiento y deben ser instaladas conforme a sus características operativa (CONAGUA, 2007).

La válvula reductora de presión disminuye la presión aguas arriba a un nivel prefijado aguas abajo, sin importar las variaciones en la presión o el consumo. Normalmente se utiliza para suministrar a áreas de bajo nivel de servicio (Chiquito Sánchez, 2020).

Figura 15

Válvula de retención



Nota: extraído de (Chiquito Sánchez, 2020).

2.9.5. Válvulas De Retención

Son automáticas y se emplean para impedir el flujo en dirección opuesta a la de diseño. Se colocan en tuberías que permiten que el agua regrese su dirección de flujo si una bomba se detiene o si hay un corte de energía eléctrica. Esto puede dañar las instalaciones hidráulicas, como los motores y las bombas situadas en la planta de impulsión (Plua Quevedo, 2019).

Figura 16

Válvula de retención



Nota: extraído de (Plua Quevedo, 2019).

2.10. PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO

2.10.1. Periodo De Diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual se planifica y dimensiona un sistema de abastecimiento de agua potable, para que funcione de forma adecuada y continua, cumpliendo los criterios técnicos, hidráulicos y normativos establecidos en la fase de diseño. En este período, se espera que la infraestructura responda eficazmente a la demanda anticipada por la población, manteniendo condiciones operativas aceptables y sin necesidad de ampliaciones significativas ni modificaciones sustanciales. Ninguna obra debe proyectarse para un período inferior a 15 años (CPE-INEN, 1992).

Tabla 3

Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	
Tuberías principales y secundarias de la red:	40 a 50
De hierro dúctil	20 a 25
De asbesto cemento o PVC	Variables de acuerdo a especificaciones del fabricante
Otros materiales	

Nota. Tomado de (CPE-INEN, 1992).

2.10.2. Población De Diseño

La población de diseño corresponde al número de habitantes que un sistema de abastecimiento de agua potable debe atender al final del período de diseño considerado. Su determinación se sustenta en el análisis del crecimiento poblacional esperado, empleando datos censales y métodos de proyección (aritmético, geométrico y exponencial) que permitan estimar de forma razonable la evolución demográfica del área de estudio. Es fundamental definir adecuadamente a la población de diseño, ya que esto condiciona el cálculo de la demanda, el dimensionamiento de los componentes del sistema y la capacidad operativa de la infraestructura, asegurando que el servicio proyectado sea suficiente y eficiente durante todo el tiempo de funcionamiento (CPE-INEN, 1992).

2.10.3. Dotación

La dotación es el volumen promedio de agua por habitante por día (l/hab/día) necesario para satisfacer las necesidades domésticas, comerciales y públicas y para compensar las pérdidas del sistema. Este parámetro es una parte fundamental a la hora de establecer el caudal de diseño de los sistemas de suministro de agua potable (Silva García, 2026).

Tabla 4

Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN (HABITANTES)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Nota. Tomado de (CPE-INEN, 1992).

Tabla 5*Dotación de agua contra incendios*

NÚMERO DE HABITANTES (en miles)	NÚMERO DE INCENDIOS SIMULTÁNEOS	DOTACIÓN POR INCENDIO (l/s)
5	1	10
10	1	10
25	2	10
50	2	20
100	2	25
200	3	25
500	3	25
1000	3	25
2000	3	25

Nota. Tomado de (CPE-INEN, 1992).

2.10.4. Variaciones de consumo

A. Caudal medio diario. El caudal medio diario es el promedio de consumo de agua por día durante un año, se calcula por medio de la siguiente formula:

$$Qmd = \frac{P * D}{86400}$$

Donde:

Qmd = Caudal medio diario.

P = número de habitantes

D = dotación

B. Caudal máximo diario. Se usa para el cálculo del dimensionamiento de la línea de conducción y del volumen de regulación del reservorio. Es el día del año en que el consumo de agua es mayor. Se obtiene aplicando un coeficiente de variación diaria K1 al caudal promedio (Silva García, 2026).

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$QMD = Qmd * K1$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario

K1= coeficiente de variación diaria

El coeficiente de variación del consumo diario se determina a partir de estudios realizados en sistemas de abastecimiento ya existentes y de las condiciones propias del área donde se desarrolla el proyecto. En ausencia de esta información, la normativa CPE-INEN-1992 establece que dicho coeficiente puede adoptarse dentro de un intervalo comprendido entre 1.3 y 1.5.

C. Caudal máximo horario. Se emplea para el diseño y verificación hidráulica de la red de distribución. Se refiere al momento del día en el que se produce el consumo máximo de agua y se determina aplicando el coeficiente de variación horaria K2 (Silva García, 2026).

$$QMH = Qmd * K2$$

Donde:

QMH = caudal máximo horario

K2 = coeficiente de variación horaria

El coeficiente de variación del consumo horario se determina a partir de estudios realizados en sistemas de abastecimiento ya existentes y de las condiciones propias del área donde se desarrolla el proyecto. En ausencia de esta información, la normativa (CPE-INEN, 1992) determina que, en caso de no constar con esta información, el coeficiente puede ser adoptado entre 2 y 2.3.

D. Caudales de diseño. El caudal de diseño es fundamental en la planificación y diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable, dado que permite definir la capacidad necesaria de la infraestructura. Determinarla adecuadamente asegura que el sistema pueda cubrir de manera correcta y continua la demanda actual y futura de la población (Albarrán Lidman, 2019).

La norma (CPE-INEN, 1992) establece que el caudal de diseño es el requerido para atender la demanda final del periodo de diseño de una obra de abastecimiento de agua.

Tabla 6

Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Nota. Tomado de (CPE-INEN, 1992).

2.10.5. Volúmenes De Almacenamiento

Volumen de regulación. Cuando la población es inferior a 5 000 habitantes, el cálculo se realiza aplicando el 30 % del volumen de agua consumido en un día, tomando como referencia el caudal medio diario al final del periodo de diseño. Cuando la población supera los 5 000 habitantes, el cálculo se efectúa aplicando el 25 % del volumen diario de agua consumida, tomando como base el caudal medio diario correspondiente al final del periodo de diseño.

Volumen protección contra incendios. El volumen de reserva contra incendios corresponde al almacenamiento mínimo que debe disponerse en el tanque o cisterna destinado a satisfacer la demanda hídrica durante un evento de fuego, considerando el caudal requerido por los sistemas de extensión, durante el tiempo estimado de duración del siniestro (Villanueva Rosales, 2022).

Volumen en la planta de tratamiento. El volumen debe ser suficiente para atender las necesidades propias de la planta de potabilización teniendo en cuenta aspectos técnicos como el número de filtros que se lavan de manera simultánea, el volumen de cloro presente en el agua y los tiempos de operación y consumo interno de la planta en sus diferentes procesos.

Volumen de emergencia. Para poblaciones mayores a 5000 habitantes, se aplica el 25% del volumen de regulación. Para poblaciones menores de 5000 habitantes no se calcula.

Volumen total. El volumen total de almacenamiento se obtendrá al sumar los volúmenes de regulación, emergencia, el volumen para incendios y el volumen de la planta de tratamiento.

2.10.6. Pérdidas De Carga

La pérdida de carga es la energía que se gasta para superar las resistencias que el fluido encuentra al desplazarse de un punto a otro en una sección de la tubería. Las pérdidas de carga pueden ser lineales o fricción, así como de singulares o locales. Las primeras son provocadas por la fuerza de fricción en el área de contacto entre el fluido y la tubería, mientras que las segundas son generadas por las deformaciones del flujo y los cambios en sus movimientos y rapidez (estrechamientos o ampliaciones repentinas de la sección, giros de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.) (Llanos Chanta & Mera Vargas, 2020).

A. Pérdidas Por Fricción.

- **Ecuación de hazen-williams.** El método de Hazen-Williams es muy usado, porque su fórmula es simple y fácil de aplicar en los cálculos hidráulicos. A diferencia de otros métodos, el coeficiente de rugosidad “C” no depende ni de la velocidad del flujo ni del diámetro de la tubería, lo cual facilita enormemente los cálculos y lo convierte en una herramienta práctica y eficaz para el diseño de redes de distribución de agua (Rodríguez-Procel & Muñoz, 2021).

$$h = \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.78}} * L$$

Donde:

h: pérdida de carga o de energía (m)

Q: caudal (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad (adimensional)

D: diámetro interno de la tubería (m)

L: longitud de la tubería (m)

Tabla 7*Coefficientes chow para la fórmula de hazem-Williams*

TIPO DE CONDUCTO	COEFICIENTE C
Acero corrugado	60
Acero galvanizado	125
Asbesto - Cemento	140
Cobre	130
PVC	140
Hormigón liso	130
Hormigón ordinario	120
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido viejo	90

Nota. Tomado de (Sigüencia Fajardo, 2020).

- **Ecuación de Darcy-Weisbach**

Esta ecuación indica que las pérdidas son directamente proporcionales al diámetro de la tubería y a la altura de velocidad, pero inversamente proporcional al diámetro de la tubería. Por medio de un coeficiente " f ", conocido como el coeficiente de fricción, se establece la proporcionalidad. Este coeficiente es una función de la rugosidad de la tubería y de las propiedades del flujo a presión determinadas por el número de Reynolds (Zambrano Zambrano, 2019).

La ecuación de Darcy-Weisbach se expresa de la siguiente manera:

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

h_f : Pérdidas por fricción (m)

f : factor de fricción del tramo (adimensional)

L : longitud del tramo (m)

D : diámetro interno de la tubería (m)

V : velocidad del flujo (m/s)

g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

- **Pérdidas Localizadas.** Para el cálculo de las pérdidas locales de energía se utiliza la expresión general:

$$h_x = k_x * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

k_x : Coeficiente de pérdida que depende del accesorio que lo genera.

v : Velocidad del fluido (m/s).

g : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

h_x : Pérdida de carga por accesorios (m).

2.10.7. Diámetro

Para establecer los diámetros de las tuberías se deben estudiar distintas alternativas, teniendo en cuenta, principalmente, los criterios económicos del proyecto. Para este fin, se plantea un modelo que permite calcular el diámetro adecuado para el transporte del caudal de diseño, teniendo en cuenta las condiciones topográficas que favorecen el flujo hasta el punto de descarga. (Zambrano Vera, 2024).

Balón & Carrera (2025) mencionan que es importante elegir un diámetro que garantice que la caída de presión en la tubería sea igual al desnivel entre el punto de partida y el punto de llegada. El cálculo de dicho diámetro está directamente relacionado con la velocidad del flujo en la tubería, que puede determinarse a partir de la ecuación de continuidad, expresada como:

$$Q = V \times A.$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * v$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Donde:

v : Velocidad media (m/s).

Q : Caudal (m³/s).

D : Diámetro (m).

2.10.8. Velocidad

Se recomienda una velocidad mínima de 0.6 m/s, la máxima varía dependiendo el material de las tuberías, pero que no supere los 6 m/s. de esta manera evitar pérdidas y disminuir daños en accesorios (Paredes, 2020).

La velocidad mínima es necesaria para prevenir dificultades de sedimentación y deposición de sólidos en el agua, particularmente en tuberías de diámetro amplio y en casos de escasa demanda de agua. La velocidad máxima se determina en función del material de la tubería y se considera como aquella que no cause erosión en las paredes (Peñafile calle & Pesantez Lozano, 2024).

2.10.9. Presión Del Sistema De Distribución

De acuerdo a la norma (CPE-INEN, 1992) se debe seguir los siguientes criterios:

La presión en el sistema de distribución establece un mínimo de 10 metros de columna de agua en los puntos y condiciones desfavorables de la red. La presión estática máximo no debe ser mayor a 70 metros columna de agua y la presión dinámica máxima menor a 50 metros columna de agua.

Se podrá determinar por la siguiente fórmula:

Teorema de Bernoulli

$$\frac{v^2}{2 * g} + \frac{\rho}{\gamma} + z = constante$$

Donde:

$\frac{v^2}{2 * g}$: energía de velocidad o energía cinética

$\frac{\rho}{\gamma}$: presión

Z : elevación en el punto

$$\frac{v^2}{2 * g} + \frac{\rho}{\gamma} + z = \frac{v^2}{2 * g} + \frac{\rho}{\gamma} + h_{f1-2}$$
$$E_1 = E_2 + h_{f1-2}$$

Donde:

V: velocidad

P: presión

Z: elevación

γ : peso específico del fluido

g: gravedad

E: energía

h_{f1-2} : pérdida de energía entre secciones 1 y 2

2.11. GESTIÓN DEL ALMACENAMIENTO

Diseña la gestión de estrategias y lineamientos relacionados con el almacenamiento de agua potable. Incluye actividades como la programación de los ciclos de llenado y vaciado de los tanques, la administración del volumen almacenado, la planificación para emergencias y la optimización del proceso de distribución, con el fin de garantizar un uso eficiente y continuo del recurso agua dentro del sistema de abastecimiento (Zambrano Vera, 2024).

2.12. CALIDAD DEL AGUA EN EL ALMACENAMIENTO

Durante todo el tiempo que dure el almacenamiento debe preservarse la calidad del agua potable, de manera que se garantice que conserve las condiciones necesarias para su consumo. En este sentido, se examinan los procesos, medidas y sistemas puestos en marcha con el fin de prevenir la contaminación y evitar el deterioro de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua durante su permanencia en las infraestructuras destinadas a su almacenamiento (Zambrano Vera, 2024).

2.13. IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD

También se puede analizar el almacenamiento de agua potable desde un punto de vista ambiental y sostenible. Bajo esta óptica se consideran aspectos como el empleo eficiente de los recursos hídricos con que se cuenta, una adecuada gestión de la demanda y la búsqueda de un equilibrio entre las necesidades de almacenamiento y la protección de los ecosistemas acuáticos

naturales, con el objetivo de lograr un uso responsable y sostenible del recurso en el largo plazo (Zambrano Vera, 2024).

2.14. ACCESO Y EQUIDAD

Desde este enfoque se estudia cómo influyen en las distintas comunidades y grupos poblacionales la disponibilidad y el acceso al almacenamiento de agua potable. De igual forma, se analizan las posibles desigualdades en el acceso al suministro de agua seguro, continuo y confiable, teniendo en cuenta factores sociales, económicos y territoriales que pudieran incidir en la distribución equitativa del recurso hídrico (Zambrano Vera, 2024).

2.15. HERRAMIENTAS DE DISEÑO

2.15.1. AutoCAD

Es un software asistido por computadora creado y desarrollado por la empresa Autodesk. Permite la creación de dibujos bidimensionales con alta precisión, así como el modelado tridimensional de objetos, edificaciones, redes de tuberías y estructuras de diversa índole. En el campo de ingeniería civil y sanitaria, resulta útil para el desarrollo de planos de planta de tratamiento, trazado de redes de distribución de agua potable, redes de alcantarillado, estaciones de bombeo, entre otros (Autodesk AutoCAD 2026, n.d.).

2.15.2. WaterCAD

Es un software que permite la simulación hidráulica de un sistema de distribución de agua en una población, facilitando el estudio continuo de los consumos, la identificación de fuas o caídas de presión, y el análisis de los puntos que generan dichas pérdidas. Dentro de sus principales prestaciones se encuentran: compatibilidad con entornos independientes, MicroStation y AutoCAD; posibilidad de poder transferir modelos hacia otros programas de simulación hidráulica; modelados y administración de sistemas presurizados; evaluación de parámetros de calidad de agua; cotejo de resultados con mediciones tomadas en terrenos (WaterCAD, *El Software Para Obras Hidráulicas - EADIC*, n.d.).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo

La presente investigación es de tipo aplicada, porque busca solucionar problemas específicos o mejorar situaciones existentes que involucren el campo de la ingeniería, aplicando conocimientos científicos y técnicos (Vizcaino Zúñiga et al., 2023).

En este estudio, se utilizaron conocimientos técnicos, criterios normativos, tablas y ecuaciones para el desarrollo de un sistema de agua potable que resuelva el problema de abastecimiento y permita mejorar las condiciones de vida de la ciudadela “Las Américas” en la comuna Juan Montalvo.

3.1.2. Nivel

El nivel descriptivo trata de detallar propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se analice (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). El nivel explicativo pretende establecer las causas de los eventos, fenómenos o situaciones que se estudian, explicando porque suceden y en qué condiciones (Arias, 2012).

El presente estudio es de nivel descriptivo-explicativo. Es descriptivo al caracterizar las condiciones actuales del sistema de agua potable y las variables poblacionales, técnicas y económicas del área de estudio y de nivel explicativo al analizar y fundamentar las causas que determinan la viabilidad técnica, social y económica de las alternativas propuestas.

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Método

De acuerdo con Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018), el método analítico es aquel que descompone el fenómeno de estudio en sus partes o elementos con el fin de comprender su estructura y funcionamiento, mientras que el método comparativo permite establecer semejanzas y diferencias entre dos o más elementos u alternativas para identificar sus relaciones y determinar la opción más viable.

El presente trabajo empleó el método analítico-comparativo, el cual permite descomponer el sistema de agua potable en sus componentes técnicos y económicos para posteriormente comparar las alternativas de prediseño y seleccionar la opción más viable.

3.2.2. Enfoque

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, cuyo objetivo es recopilar de manera ordenada datos que se pueden medir y luego analizarlos detalladamente mediante métodos estadísticos (Bernabé Soriano & Muñoz De La A, 2024). En este estudio se utilizó datos numéricos, mediciones técnicas y cálculos matemáticos para definir la demanda de agua, dimensionar los componentes del sistema, evaluar alternativas y establecer la viabilidad.

3.2.3. Diseño

La investigación presenta un diseño no experimental, ya que empleando las palabras de Agudelo et al. (2008), las variables no son manipuladas intencionalmente, sino que se analizaron tal como se presentan en la realidad en el área de estudio. En este caso, se evaluaron condiciones existentes como la población, la disponibilidad del recurso hídrico y las características del terreno, sin alterar dichas condiciones. Esto permitió determinar de manera real si es posible la implementación de un sistema de agua potable.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Población

La población es el conjunto total de elementos que tienen en común características semejantes que son objetos de estudio (Liriano Ricardo & Zambrano Pilligua, 2025). En esta investigación, la población está conformada por los habitantes de la ciudadela “Las Américas”. Es importante indicar que mediante un censo se determinó que actualmente cuenta con 50 habitantes, de un total de 300 habitantes que albergara en su totalidad.

3.3.2. Muestra

La muestra es un conjunto limitado de eventos, entidades o individuos seleccionados de una población total con la finalidad de llevar a cabo investigaciones (Bernabé Soriano & Muñoz De La A, 2024). En este proyecto, la muestra está conformada por los habitantes actuales de la ciudadela, específicamente los jefes de hogar, quienes son los factores claves para la obtención de información social y económica.

3.3.3. Muestreo

El muestreo utilizado en la presente investigación es no probabilístico intencional o por criterio, ya que los individuos fueron seleccionados en función de su accesibilidad y disposición para proporcionar información. Se priorizó la participación de jefes de hogar debido a su conocimiento sobre las condiciones sociales y económicas y de servicios básicos de la vivienda.

3.4. UBICACIÓN Y SECTOR DE ESTUDIO

La zona de estudio está localizada en la comuna Juan Montalvo, al suroeste del cantón Santa Elena, abarcando un área aproximada de 3,9 hectáreas. Esta ciudadela, fundada en el año 2023, está habitada por 8 familias (50 personas) que necesitan acceso a un sistema de agua potable que contribuya al mejoramiento de sus condiciones de vida y bienestar social.

Tabla 8

Ubicación de la ciudadela “Las Américas”



Nota: extraído de Google Earth pro

3.5. METODOLOGÍA DEL O.E.1: ANALIZAR LA INFORMACIÓN POBLACIONAL, URBANÍSTICA, CATASTRAL, SOCIAL, ECONÓMICA, TOPOGRÁFICA Y EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE, MEDIANTE LA RECOPILACIÓN DE DATOS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y APLICACIÓN DE LA NORMA CPE INEN 1992, PARA CACULAR LA DEMANDA DE AGUA POTABLE.

3.5.1. Análisis Poblacional

Se definió la población futura bajo el criterio de población de saturación el cual se eligió por encima de los métodos de proyección demográfica, debido a que el área de estudio corresponde a una ciudadela que estará conformada por 60 viviendas. En este tipo de proyectos la normativa permite el empleo de índices de densidad habitacional con el fin de asegurar la funcionalidad del sistema. Para este proyecto se ha adoptado una densidad de 5 habitantes/vivienda, valor que garantiza la capacidad operativa del sistema ante el desarrollo total del área intervenida.

El cálculo de la población de diseño se obtiene por el producto del número de unidades habitacionales y el índice de ocupación adoptado:

$$P_f = \text{Número de viviendas} * \text{índice de habitantes por vivienda}$$

$$P_f = 60\text{viv} * 5\text{hab/viv} = 300 \text{ hab}$$

Nota: Este valor es el parámetro para el cálculo de los caudales de diseños.

Como se indicó anteriormente, se realizó un censo en el lugar donde se determinó que actualmente viven 50 habitantes, esto debido a que muchas viviendas siguen en proceso de construcción y algunos solares aun no disponen de propietarios.

3.5.2. Análisis Urbanístico

De acuerdo con la información proporcionada por la presidenta de la comuna Juan Montalvo, el diseño urbanístico de la ciudadela, se compone de un total de 16 manzanas distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 9

Diseño urbanístico

Diseño urbanístico de la ciudadela "Las Americas"	
Zonas habitacionales	15 manzanas destinada a vivienda unifamiliar. Cada una conformada por 4 solares, en el que se contempla la construcción de 1 vivienda, dando un total de 60 viviendas
Áreas verdes	1 manzana destinada a áreas de recreación y conservación ambiental y franjas lineales con área verde
Diseño peatonal y vial	Se contempla la construcción de aceras de 1.5 m y vías de 2 carriles

3.5.3. Análisis Catastral

En base a la información catastral facilitada por la presidenta de la comuna Juan Montalvo, el diseño la ciudadela se compone de solares y vías con una geometría regular, en la siguiente tabla se presentan las dimensiones:

Tabla 10*Catastro de la ciudadela*

Catastro de la ciudadela			
	Ancho	Longitud	Área
Solares	12 m	17 m	204 m ²
Vías	Longitud total	Longitud por carril	
	10 m	3.5 m	

La uniformidad en las dimensiones de los solares permite estandarizar las presiones en cada nodo, de tal forma que el suministro se reparta equitativamente a los puntos de abastecimiento del sistema.

3.5.4. Análisis Social

El análisis social permitió el diagnóstico de la situación actual de la ciudadela, se realizó mediante una encuesta facilitando la recopilación de información como fuentes actuales de abastecimiento, situación de salud, nivel de aceptación respecto al acceso al agua potable. Este apartado fue clave para asegurar la aceptación social del proyecto y que la infraestructura sea la adecuada para las necesidades de la población.

3.5.5. Análisis Económico

El análisis económico es el pilar de sostenibilidad del proyecto. se determinó la viabilidad financiera del sistema a partir de una encuesta donde se recopiló datos sobre los ingresos familiares y el gasto actual en agua de fuentes alternativas. Este análisis permitió determinar si el costo del servicio es compatible con la realidad económica de los habitantes, lo que asegura que el sistema sea económicamente viable.

3.5.6. Levantamiento Topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico en la ciudadela “Las Américas” de la comuna Juan Montalvo, cantón Santa Elena. El área de estudio es de aproximadamente 3.9 hectáreas. Para

este trabajo se utilizó estación total, empleando el método de poligonal cerrada apoyada en un Banco de Marca (BM) previamente identificado, el cual permitió obtener datos topográficos precisos, con el fin de delimitar el área y realizar el prediseño de las alternativas del sistema de agua potable.

Se caló el equipo en frente de la ciudadela con respecto al punto de referencia colocado por el cabildo comunal, facilitando las coordenadas X, Y, Z. Por consiguiente, se procedió con el levantamiento topográfico de la ciudadela, referenciando puntos clave como las calles, postes, solares, redes de tuberías de agua potable cercanos al sitio y el terreno natural. Durante el proceso, el equipo fue calado y estacionado en distintos puntos estratégicos del terreno.

Tabla 11

Coordenadas del punto de referencia

UBICACIÓN DEL HITO 1	COORDENADAS UTM-WGS84-ZONA 17		
	Este	Norte	Elevación
Juan Montalvo	533616.709	9748870.021	77.071

Tabla 12

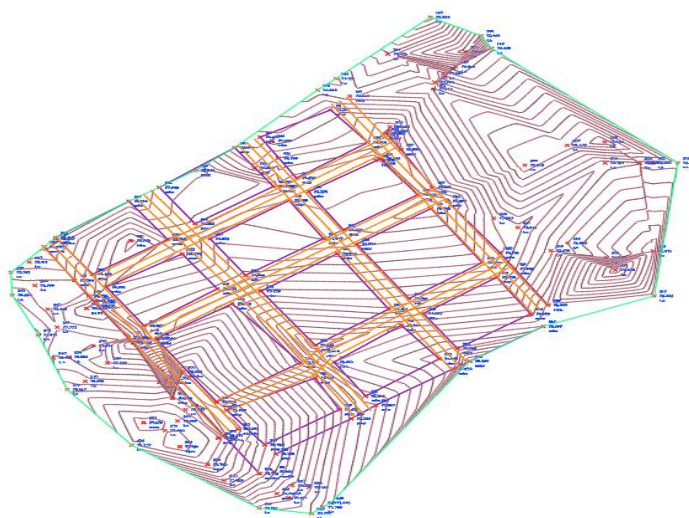
Coordenadas del 2 punto de referencia

UBICACIÓN DEL HITO 2	COORDENADAS UTM-WGS84-ZONA 17		
	Este	Norte	Elevación
Juan Montalvo	533631	9748869	77

Con las coordenadas obtenidas en campo, se procedió a pasar la información al software Microsoft Excel con el fin de procesarla y organizarla. Se importaron los datos al programa Autodesk Civil 3D, en el cual se realizaron las delimitaciones de las curvas de nivel y la obtención de las elevaciones del terreno. Con este procedimiento se analizó las condiciones topográficas del área de estudio y comprobar la viabilidad operativa del prediseño del sistema de agua potable.

Figura 17

Delimitación de la zona de estudio



3.5.7. Análisis Del Sistema De Agua Potable Existente

La comuna Juan Montalvo tiene acceso al servicio de agua potable desde el año 2011, gestionada por la empresa AGUAPEN EP. Se realizó el análisis de este sistema con el propósito de determinar la situación actual respecto al abastecimiento. Dicha información es descrita a continuación:

A. Sistema de impulsión

De acuerdo con la información proporcionada por el departamento de distribución de agua potable de la empresa AGUAPEN EP el agua es conducida por medio de un sistema de impulsión o bombeo desde la planta de Atahualpa hasta el tanque de almacenamiento de la comuna Juan Montalvo. A continuación, se presenta los datos proporcionados:

Tabla 13

Datos del sistema de impulsión de la comuna Juan Montalvo

Sistema de impulsión de la comuna Juan Montalvo	
Diámetro de tubería	110 mm
Material de tubería	PVC
Potencia de bomba	7.5 hp

B. Tanque elevado

La información fue brindada por el departamento de distribución de agua potable de AGUAPEN EP., respecto a las características del tanque elevado, las cuales se presenta a continuación:

Tabla 14

Datos del tanque elevado de la comuna Juan Montalvo

Tanque elevado de la comuna Juan Montalvo	
Forma	Circular
Material	Hormigón armado
Altura	15.65 m
Volumen	65 m3

Figura 18

Tanque elevado de la comuna Juan Montalvo



C. Red de distribución

El tipo de sistema de distribución de la comuna es mixto y por gravedad, en su mayoría redes abiertas y en la zona de mayor cantidad de viviendas presenta redes cerradas. A continuación, se presenta los datos proporcionados para el análisis:

Tabla 15

Demanda actual de la comuna Juan Montalvo

Demanda actual		
Número de vivienda	221	adimensional
Habitantes por vivienda	5	hab
Número de habitantes	1105	hab
Dotación	180	l / hab / día
Consumo diario	2.302	l/s
QMD	3.453	l/s
Q _{MH}	6.906	l/s
Caudal	24.86	m ³ /h

Tabla 16

Tuberías de red existente

Características de las tuberías		
Diámetro	Cantidad	Material
110 mm	5	PVC
90 mm	12	PVC
63 mm	32	PVC

Tabla 17*Accesorios de la red*

Accesorios de la red	
	cantidad
Codo de 45	2
Codo de 90	15
Tapón	11
Tee	21
Reductor	4
Macromedidor	1
Válvula	1

3.5.8. Cálculo De La Demanda De Agua Para La Ciudadela “Las Américas”

El cálculo de la demanda se realizó conforme con los lineamientos de la norma CPE INEN 5 (parte 9-1; 1992). Este permite determinar el volumen necesario para cubrir las necesidades de la población considerada en función de las variaciones de consumo diarias y horarias.

El caudal máximo diario adopto un factor K1 igual a 1.5, mientras que el caudal máximo horario un factor K2 igual a 2. Además, se adoptó una dotación para riego de áreas verdes de forma técnica para el cálculo de este caudal.

- **Caudal medio diario**

Representa el consumo promedio proyectado para población de diseño en función de la dotación asignada. Se uso la formula aplicada en la sección 2.4.8.1 para determinarla.

- **Caudal máximo diario**

Representa el día de mayor consumo en un año, es utilizado para el diseño de la línea conducción, se obtiene a través de fórmula establecida en la sección 2.4.8.2.

- **Caudal máximo horario**

Representa la hora de mayor demanda en un año, es utilizado para la red de distribución. Es posible calcularla mediante la ecuación detallada en la sección 2.4.8.3

- **Dotación**

Dentro de la tabla 4 en la sección 2.4.8.4. Se establecen los valores de dotación de acuerdo con el número de habitantes y las características climáticas de la zona de estudio. La comuna Juan Montalvo presenta un clima cálido, por lo tanto, se asigna una dotación de 180 l/hab/día. Valor muy utilizado en este tipo de proyectos.

3.6. METODOLOGÍA DEL 0.E.2: ELABORAR TRES ALTERNATIVAS DE PREDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO LOS COMPONENTES Y ACCESORIOS, CON BASE EN CRITERIOS TÉCNICOS Y MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD, CON EL FIN DE EVALUAR SU FUNCIONAMIENTO Y COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO.

Este objetivo tuvo como finalidad la elaboración de tres alternativas de prediseño del sistema de agua potable para la ciudadela “Las Américas”, tomando en cuenta los componentes y accesorios para asegurar un funcionamiento hidráulico eficiente, bajo los criterios técnicos establecidos en la norma CPE INEN 5:1992, que establece los parámetros de diseño respecto a caudales, presiones, velocidades y dimensionamiento de los componentes del sistema, de tal manera que las propuestas a realizar cumplan con los parámetros normativos vigentes en el contexto ecuatoriano.

Para el análisis y la validación de las alternativas se utilizó el software especializado WaterCAD, herramienta que permite la simulación hidráulica de redes de distribución, determina las presiones en los nodos y las velocidades en cada tubería. Esto hizo posible

comparar el comportamiento hidráulico de cada alternativa en distintas condiciones de operación.

3.6.1. Determinación De La Factibilidad Del Sistema

De acuerdo con la factibilidad emitida por AGUAPEN E.P, se identificó al norte de la ciudadela una tubería de PVC de diámetro nominal de 63 mm con una presión disponible de 14 m.c.a (metros columna de agua). Este dato permitió considerar la conexión de los sistemas a la tubería existente para garantizar el suministro adecuado de agua a los usuarios.

3.6.2. Prediseños Del Sistema De Agua Potable

Determinado las condiciones actuales de la zona de estudio: características topográficas, análisis del sistema existente, así como la factibilidad mencionada, se elaboró mediante el programa AutoCAD los esquemas de las alternativas propuestas para la ciudadela, incluyendo los componentes y accesorios. El predimensionamiento hidráulico de cada alternativa se desarrolló utilizando la demanda de agua potable en relación al O.E.1.

A. Alternativa 1: sistema compuesto por reservorio, sistema de bombeo, tanque elevado y red de distribución.

Esta alternativa considera un sistema convencional de abastecimiento de agua potable mediante bombeo, integrado por una cisterna de almacenamiento, una estación de bombeo y un tanque elevado que distribuye la demanda a la red. El funcionamiento del sistema inicia con el almacenamiento del agua en la cisterna, estructura que fue diseñada para recibir y regular el volumen requerido para la demanda proyectada de la población en estudio. Este proceso es seguido por una estación de bombeo que impulsa el recurso hídrico hacia un tanque elevado diseñado para almacenar y distribuir por gravedad el agua por una red cerrada de tuberías.

El análisis y dimensionamiento de esta alternativa se desarrolló bajo los siguientes parámetros:

- **Caudal de diseño**

Los caudales de diseño utilizados para el predimensionamiento hidráulico fueron los calculados en el O.E.1.

- **Determinación de volúmenes**

Se definieron los diferentes volúmenes de almacenamiento requeridos. Estos se efectuaron considerando la demanda de la población beneficiaria, así como los lineamientos técnicos encontrados en la normativa ecuatoriana.

El volumen de regulación consideró la demanda doméstica diaria y la demanda de riego por áreas verdes.

El volumen contra incendio, se diseñó para una duración de catástrofe de dos horas con un caudal de 5 l/s.

El cálculo de estos volúmenes fue en base a los criterios establecidos en las secciones 2.9.5.1 para el volumen de regulación, 2.9.5.2 para el volumen contra incendios y 2.9.5.4 para el volumen total.

- **Dimensionamiento de los componentes**

Una vez determinados los volúmenes requeridos para el sistema se procedió al dimensionamiento de las principales estructuras de almacenamiento para la alternativa propuesta.

- **Reservorio**

El reservorio fue diseñado como la estructura inicial del sistema, su dimensionamiento se efectuó considerando un 70% del volumen total de regulación y el volumen contra incendio.

- **Tanque elevado**

El tanque elevado fue diseñado como la estructura destinada a almacenar el agua que es impulsada desde la cisterna, consideró un 30% del volumen total de regulación y un factor de seguridad de 10%.

- **Diseño hidráulico**

Se definió el caudal de bombeo considerando el caudal máximo diario y una duración de ocho horas de funcionamiento de la bomba. Las tuberías tanto en succión como en impulsión se definieron siguiendo los criterios de velocidades cumpliendo con los rangos normativos.

Tabla 18

Velocidad máxima para tuberías de succión depende del diámetro

Diámetro de tubería de succión (mm)	Velocidad máxima (m/s)
50	0.75
75	1
100	1.3
150	1.45
200	1.6
250	1.6
300	1.7
Mayor que 400	1.8

Nota. Manual de hidráulica de Azevedo Netto

- **Pérdidas de carga**

Para las pérdidas por fricción se utilizó la fórmula de Darcy-Weisbach que considera las longitudes, diámetros y velocidades de las líneas de succión e impulsión. Para las pérdidas localizadas se utilizó el método por longitudes equivalentes de los accesorios en el sistema de bombeo.

$$L_{equ} = K * D / f$$

Donde f será igual a 0.018

Tabla 19

Valores aproximados de K por pérdidas por accesorios

Pieza o accesorio	K
Compuerta abierta	1
Codo 90°	0.9
Codo 45°	0.4
Curva de 90°	0.4
Curva de 45°	0.2
Curva de 22.30°	0.1
Rejilla	0.75
Boquillas	2.75
Válvula de ángulo abierta	5
Válvula de compuerta abierta	0.2
Válvula tipo globo abierta	10
Salida de tubo	1
Entrada normal de tubo	0.5
Entrada de borda	1
Válvula de pie	1.75
Válvula de retención	2
Ampliación gradual*	0.3
Reducción gradual*	0.15

Nota. Manual de hidráulica, Azevedo Nett

- **Determinación de la altura dinámica total (TDH) y potencia de bomba**

Se consideró las condiciones físicas del sistema y las pérdidas de energía generadas a lo largo de la conducción. La elevación geométrica corresponde a la diferencia de nivel existente entre la superficie del agua en la cisterna al nivel de llegada del tanque elevado, es decir, la sumatoria de la línea vertical de impulsión y succión.

Para el cálculo de la potencia de bomba se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * TDH * \rho * g}{745.7 * n}$$

Donde:

Q: Caudal de bombeo en m³/s

TDH: altura dinámica total en m

g: gravedad en m/s

n: eficiencia de la bomba 70 %

ρ : densidad del agua en 1000 kg/m³

B. Alternativa 2: sistema directo desde la red existente mediante bombeo y red de distribución.

La segunda alternativa evaluada corresponde a un sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo directo desde la red de distribución existente hacia la red proyectada del sector de estudio, sin incorporar estructuras de almacenamiento intermedio. El funcionamiento del sistema consiste en captar caudal requerido desde la red matriz y conducirlo mediante una bomba booster con el fin de aumentar la presión del punto donde se hará la conexión.

- **Recopilación de datos**

Se identificaron los parámetros del sistema tales como: caudal a bombear, caudal del punto de conexión de la red existente, la longitud de tubería de la red nueva, cotas y presiones.

- **Caudal, presión requerida y pérdidas en la nueva red**

Se definió el caudal de diseño con los caudales recopilados y las tuberías se definieron con relación a los parámetros de velocidad. Se determinaron las pérdidas de carga en la nueva red y la presión que requerida considerando una presión mínima de 20 m.c.a.

- **Tubería de alimentación al punto de conexión**

La tubería de alimentación corresponde a la línea desde el punto de distribución de la red existente hasta el último punto donde se realizó la conexión para el sistema por bombeo.

Esta está determinada por dos tramos de tubería de diferente diámetro, la primera corresponde a una tubería de 110 mm con una longitud de 206 m y el segundo por una tubería de 63 mm con longitud de 194 m.

- **Presión en punto de conexión**

La presión en el punto de conexión será la diferencia entre la presión existente en la red y las pérdidas totales de la tubería de alimentación. Se determinaron las pérdidas de carga y la presión que llega al punto de conexión o entrada de la bomba del sistema. Además, se calcularon las pérdidas de carga en las tuberías de succión e impulsión, definiendo así las tuberías adecuadas.

- **Determinación de la altura dinámica total (TDH) y potencia de bomba**

Se consideró las condiciones físicas del sistema y las pérdidas de energía generadas a lo largo de la conducción. La altura dinámica total considera la presión requerida en la red, la presión de entrada a la bomba y las pérdidas de carga en la impulsión.

Para el cálculo de la potencia de bomba se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * TDH * \rho * g}{745.7 * n}$$

Donde:

Q: Caudal de bombeo en m³/s

TDH: altura dinámica total en m

g: gravedad en m/s

n: eficiencia de la bomba 70 %

ρ : densidad del agua en 1000 kg/m^3

C. Alternativa 3: sistema combinado compuesto por reservorio, estación de bombeo y red de distribución.

La tercera alternativa analizada corresponde a un sistema combinado de abastecimiento de agua potable integrado por un reservorio de almacenamiento, una estación de bombeo y red de distribución. Plantea una alternativa intermedia entre un sistema convencional con almacenamiento elevado y un sistema por bombeo directo.

El funcionamiento del sistema empieza por el almacenamiento de agua en la cisterna, destinada a mantener el volumen necesario para atender la demanda proyectada para la población beneficiada. Desde ese punto el recurso será bombeada directamente a la red de distribución.

- **Recopilación de datos**

Se identificaron los parámetros del sistema tales como: caudal a bombear, caudal del punto de conexión de la red existente, la longitud de tubería de la red nueva, cotas y presiones.

- **Dimensionamiento del reservorio**

El reservorio fue diseñado como la estructura inicial del sistema, su dimensionamiento se efectuó considerando los volúmenes de regulación y el volumen contra incendio proyectado a dos horas de catástrofe.

- **Diseño hidráulico**

Se definió el caudal de bombeo considerando el caudal máximo horario y una duración de ocho horas de funcionamiento de la bomba. Las tuberías tanto en succión como en impulsión se definieron siguiendo los criterios de velocidades cumpliendo con los rangos normativos.

- **Pérdidas de carga**

Para las pérdidas por fricción se utilizó la fórmula de Darcy-Weisbach que considera las longitudes, diámetros y velocidades de las líneas de succión e impulsión. Para las pérdidas localizadas se utilizó el método por longitudes equivalentes de los accesorios en el sistema de bombeo.

$$L_{equ} = K * D / f$$

Donde f será igual a 0.018

- **Determinación de la altura dinámica total (TDH) y potencia de bomba**

Se consideró las condiciones físicas del sistema y las pérdidas de energía generadas a lo largo de la conducción. La elevación geométrica corresponde a la diferencia de nivel existente entre la superficie del agua en la cisterna al nivel del eje de la bomba. La altura dinámica total comprende la presión requerida en la red, la altura geométrica y las pérdidas de carga en impulsión y succión.

Para el cálculo de la potencia de bomba se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * TDH * \rho * g}{745.7 * n}$$

3.7. METODOLOGÍA DEL 0.E.3: DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE PREDISEÑO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS, CON EL PROPÓSITO DE SELECCIONAR LA OPCIÓN MÁS VIABLE TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Para el desarrollo del objetivo se efectuó el análisis técnico y económico de las tres alternativas de prediseño propuestas para el sistema de agua potable de la ciudadela “Las Américas”, con la finalidad de identificar la alternativa más viable para su futura implementación.

Con los costos unitarios establecidos por la empresa local encargada del abastecimiento de agua potable, los planos elaborados de los prediseños y los respectivos análisis de sus cálculos hidráulicos, se realizó el presupuesto referencial, el cual incluye los materiales y la mano de obra.

3.7.1. Recopilación De Información

En esta etapa se recopiló y organizó la información generada en el O.E.2, considerando los resultados de la modelación hidráulica de cada alternativa, así como las características geométricas y funcionales de los componentes del sistema de agua potable. Se tuvieron en cuenta parámetros como los caudales de diseño, las presiones en los nodos, las velocidades en las tuberías, las pérdidas de carga y las dimensiones de los elementos estructurales, con el fin de contar con una base de datos completa que permita realizar el análisis económico y la evaluación posterior de las alternativas propuestas.

3.7.2. Identificación Y Clasificación De Los Componentes Del Sistema

Se realizó la identificación y clasificación de los componentes que conforman cada alternativa del sistema de agua potable, tanto principales como complementarios. El proceso incluyó la clasificación de los sistemas en base a sus partes constitutivas, tales como conexión a la red existente, sistema de impulsión, almacenamiento (reservorio y tanque elevado) y red de distribución, así como la incorporación de accesorios hidráulicos tales como válvulas, hidrantes, codos y tees, lo que permitió una visión integral de cada alternativa desde el punto de vista constructivo y operativo.

3.7.3. Metrado De Cantidades De Obra

Se calculó la cantidad de material requerida para cada rubro, considerando longitudes de tuberías, número de accesorios, volúmenes de excavación y dimensiones de las estructuras de almacenamiento.

3.7.4. Análisis De Precios Unitarios

En esta etapa se realizó el cálculo de los costos por unidad de medida de la mano de obra, equipos, materiales y transporte para la obtención de los precios unitarios (APUS) correspondientes a cada rubro.

3.7.5. Elaboración Del Presupuesto Referencial

Con la información obtenida del metrado y los precios unitarios, se procedió a la elaboración del presupuesto referencial para cada una de las alternativas propuestas, integrando los costos directos e indirectos asociados a la ejecución del proyecto.

3.7.6. Evaluación Técnico–Económica De Las Alternativas

Se realizó la evaluación técnico–económica de las alternativas considerando resultados hidráulicos y costos estimados en la etapa presupuestaria. Este análisis permitió comparar el desempeño de cada alternativa en términos de eficiencia hidráulica, comportamiento de las presiones, velocidades de flujo y costo total, facilitando la identificación de fortalezas y limitaciones de cada propuesta.

3.7.7. Selección De La Alternativa Óptima

Se procedió a seleccionar la alternativa óptima, teniendo en cuenta criterios de viabilidad técnica, económica y funcional, con el objetivo de determinar cuál era la opción más adecuada para su implementación. La alternativa escogida es la que mayor equilibrio ofrece entre eficiencia hidráulica, cumplimiento normativo y costo de inversión, asegurando un sistema de abastecimiento de agua potable sostenible y ajustado a las necesidades de la población.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.RESULTADOS DEL O.E.1: ANALIZAR LA INFORMACIÓN POBLACIONAL, URBANÍSTICA, CATASTRAL, SOCIAL, ECONÓMICA Y TOPOGRÁFICA Y EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE, MEDIANTE LA RECOPIACIÓN DE DATOS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL Y APLICACIÓN DE LA NORMA CPE INEN 1992, PARA CALCULAR LA DEMANDA DE AGUA POTABLE.

El análisis social y económico realizado a través de encuestas a los habitantes de la ciudadela “Las Américas” permitió evidenciar una alta aceptación comunitaria hacia la implementación del sistema de agua potable, debido a la necesidad de mejorar las condiciones actuales de abastecimiento en el sector. Los resultados demostraron que la población considera fundamental contar con un servicio continuo, seguro y eficiente, reconociendo además que el proyecto contribuirá al mejoramiento de las condiciones sanitarias, sociales y económicas de la comunidad. Asimismo, manifestaron una percepción favorable respecto a la inversión requerida para la implementación del sistema, siempre que se garantice un funcionamiento adecuado y continuidad del servicio, lo que demuestra la factibilidad social y económica del proyecto. Las tabulaciones detalladas de las encuestas se presentan en los anexos correspondientes.

4.1.1. Análisis y modelación hidráulica del sistema de agua potable existente

Se realizó el análisis del sistema de agua potable existente de la comuna Juan Montalvo, con el objetivo de verificar su comportamiento hidráulico y establecer una base técnica para el desarrollo del prediseño de las alternativas propuestas. Para ello, se empleó el software WaterCAD para el modelado de la red de distribución a partir de la información proporcionada. Los resultados mostraron que el sistema existente cumple con los criterios normativos establecidos en la norma INEN 1992. Sin embargo, mediante una nueva simulación incluyendo

la nueva red, se determinó que ya no es posible abastecer a la ciudadela “Las Américas” únicamente por una extensión de red, debido que las presiones en los nodos cumplen con lo mínimo establecido, el cual es 10 m.c.a, por lo que es necesario realizar alternativas que garanticen el óptimo funcionamiento del servicio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las simulaciones.

Tabla 20

Resultados de nodos del sistema existente

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32	J-1	70.00	<None>	<Collection:	0.11	85.66	16
35: J-3	35	J-3	74.00	<None>	<Collection:	0.15	85.12	11
36: J-4	36	J-4	74.00	<None>	<Collection:	0.23	85.22	11
38: J-5	38	J-5	75.00	<None>	<Collection:	0.10	85.12	10
40: J-6	40	J-6	71.00	<None>	<Collection:	0.12	84.89	14
41: J-7	41	J-7	69.00	<None>	<Collection:	0.17	84.74	16
43: J-8	43	J-8	74.00	<None>	<Collection:	0.06	85.12	11
47: J-9	47	J-9	71.00	<None>	<Collection:	0.36	85.20	14
49: J-10	49	J-10	69.00	<None>	<Collection:	0.25	84.40	15
51: J-11	51	J-11	63.00	<None>	<Collection:	0.17	84.05	21
52: J-12	52	J-12	63.00	<None>	<Collection:	0.20	84.06	21
54: J-13	54	J-13	73.00	<None>	<Collection:	0.07	85.11	12
57: J-15	57	J-15	63.00	<None>	<Collection:	0.02	84.05	21
58: J-16	58	J-16	63.00	<None>	<Collection:	0.03	84.05	21
60: J-17	60	J-17	69.00	<None>	<Collection:	0.07	85.65	17
63: J-18	63	J-18	63.00	<None>	<Collection:	0.15	83.51	20
64: J-19	64	J-19	63.00	<None>	<Collection:	0.12	83.54	20
66: J-20	66	J-20	63.00	<None>	<Collection:	0.07	84.04	21
68: J-21	68	J-21	63.00	<None>	<Collection:	0.02	83.54	20
70: J-22	70	J-22	65.00	<None>	<Collection:	0.16	83.42	18
71: J-23	71	J-23	69.00	<None>	<Collection:	0.17	83.41	14
73: J-24	73	J-24	63.00	<None>	<Collection:	0.08	84.04	21
74: J-25	74	J-25	63.00	<None>	<Collection:	0.04	84.04	21
76: J-26	76	J-26	63.00	<None>	<Collection:	0.11	83.66	21
77: J-27	77	J-27	63.00	<None>	<Collection:	0.15	83.76	21
80: J-28	80	J-28	69.00	<None>	<Collection:	0.18	85.61	17
81: J-29	81	J-29	66.00	<None>	<Collection:	0.04	85.61	20
83: J-30	83	J-30	73.00	<None>	<Collection:	0.12	85.11	12
84: J-31	84	J-31	71.00	<None>	<Collection:	0.24	85.12	14
86: J-32	86	J-32	65.00	<None>	<Collection:	0.11	84.12	19
87: J-33	87	J-33	64.00	<None>	<Collection:	0.05	84.12	20
89: J-34	89	J-34	65.00	<None>	<Collection:	0.05	83.41	18
92: J-35	92	J-35	66.00	<None>	<Collection:	0.10	84.13	18
96: J-36	96	J-36	64.00	<None>	<Collection:	0.08	84.07	20
97: J-37	97	J-37	64.00	<None>	<Collection:	0.26	84.07	20
99: J-38	99	J-38	67.00	<None>	<Collection:	0.16	85.59	19
100: J-39	100	J-39	66.00	<None>	<Collection:	0.08	85.59	20
103: J-40	103	J-40	68.00	<None>	<Collection:	0.15	84.25	16

4.1.2. Cálculo de la base de prediseño del sistema de agua potable

A. Caudales de diseño

- Caudal medio diario

Datos

$$P_f = 300 \text{ hab}$$

$$D = 180 \text{ l/hab/dia}$$

$$Q_{md} = \frac{P_f * D}{86400}$$

$$Q_{md} = \frac{300 \text{ hab} * 180 \text{ l/hab/dia}}{86400}$$

$$Q_{md} = 0.625 \text{ l/s}$$

- **Caudal máximo diario**

Datos

$$Q_{md} = 0.625 \text{ l/s}$$

$$K_{MD} = 1.5$$

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_{MD}$$

$$Q_{MD} = 0.625 \text{ l/s} * 1.5$$

$$Q_{MD} = 0.973 \text{ l/s}$$

- **Caudal máximo horario**

Datos

$$Q_{MD} = 0.973 \text{ l/s}$$

$$K_{MH} = 2$$

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_{MD}$$

$$Q_{MH} = 0.973 \text{ l/s} * K_{MD}$$

$$Q_{MH} = 1.875 \text{ l/s}$$

- **Caudal de áreas verdes**

$$\text{Áreas verdes} = 1500 \text{ m}^2$$

$$\text{dotación} = 5 \text{ l/m}^2/\text{dia}$$

$$\text{Volumen} = (1500 \text{ m}^2) (5 \text{ l/m}^2/\text{dia}) = 7500 \text{ l/d} = \frac{7500 \text{ l/d}}{86400} = 0.087 \text{ l/s}$$

4.2. RESULTADOS DEL O.E.2: ELABORAR TRES ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, INCLUYENDO LOS COMPONENTES Y ACCESORIOS, CON BASE EN CRITERIOS TÉCNICOS Y MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD, CON EL FIN DE EVALUAR SU FUNCIONAMIENTO Y COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO.

4.2.1. Cálculos De Primera Alternativa De Prediseño De Sistema

Datos:

Caudal medio diario: 0.625 l/s

Caudal áreas verdes: 0.087 l/s

Caudal máximo diario: 0.98 l/s

Caudal máximo horario: 1.96 l/s

A. Determinación de volúmenes

Volumen de regulación total

$$V_t = (0.625 + 0.087) (86400) = 61500 \text{ l/s} = 61.5 \text{ m}^3$$

Volumen contra incendio

$$V_i = (5 \text{ l/s}) (7200\text{s}) = 3600 \text{ l/s} = 36 \text{ m}^3$$

B. Dimensionamiento de componentes

Volumen y dimensiones de reservorio

$$V_r = (61.5\text{m}^3) (70\%) = 43.05 \text{ m}^3$$

$$V_r = 45 \text{ m}^3$$

$$V_t = V_r + V_i$$

$$V_t = 43.5\text{m}^3 + 36\text{m}^3 = 80 \text{ m}^3$$

Para un reservorio doble cámara las dimensiones por cámara son:

$$L = 5\text{m} ; A = 4\text{m} ; H = 2\text{m}$$

Volumen y dimensiones de tanque elevado

$$V_r = (61.5\text{m}^3) (30\%) = 18.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Seguridad } 10\% = (19.5\text{m}^3) (1.1) = 20.3 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total (asumido)} = 25 \text{ m}^3$$

Para un tanque de forma cilíndrica las dimensiones son:

$$H = 3 \text{ m}$$

$$R = \sqrt{\frac{V}{\pi * H}}$$

$$R = \sqrt{\frac{25\text{m}^3}{(3.14)(3\text{m})}} = 1.63 \text{ m}$$

$$D = (1.63 \text{ m}) (2) = 3.26 \text{ m}$$

Tiempos de llenado

$$T_{\text{llenado}} = \frac{(25\text{m}^3)}{(2.94\text{l/s} - 1.96)(3.6)} = 7.1 \text{ h}$$

Tiempo de llenado en 7 horas, 6 minutos

Tiempos de vaciado

$$T_{\text{vaciado}} = \frac{(25\text{m}^3)}{(1.96 \text{ l/s})(3.6)} = 3.6 \text{ h}$$

Tiempo de vaciado en 3 horas, 36 minutos

Número de llenados y vaciados para 8 horas de bombeo

$$N_{llen} \frac{8h}{7.1h} = 1.1 \text{ veces}$$

$$N_{vac} \frac{8h}{3.6h} = 4.45 \text{ veces}$$

C. Caudal de bombeo necesario

$$Q_b = \frac{QMD * 24}{\text{horas de bombeo}}$$

$$Q_b = \frac{(0.98 l/s)(24)}{8} = 2.94 l/s = 10.58 m^3/h = 0.00294 m^3/s$$

D. Dimensionamiento de tuberías

Tubería de succión

Velocidad de diseño = 0.8 m/s

Área requerida

$$A = \frac{Q_b}{v}$$

$$A = \frac{0.00294 m^3/s}{0.8 m/s} = 0.00367 m^2$$

Diámetro

$$D = 1.1284 \sqrt{\frac{Q_b}{v}}$$

$$D = 1.1284 \sqrt{\frac{0.00367 m^3/s}{0.8 m/s}} = 0.0684 m = 75 mm$$

Tubería de impulsión

Velocidad de diseño = 1.3 m/s

Área requerida

$$A = \frac{0.00294 m^3/s}{1.3 m/s} = 0.00226 m^2$$

Diámetro

$$D = 1.1284 \sqrt{\frac{0.00226 m^3/s}{1.3 m/s}} = 0.0536 m = 63 mm$$

E. Pérdidas de carga

Tubería de succión

Diámetro nominal = 75 mm

Diámetro interior = 70.2 mm = 0.0702 m

Longitud de tubería= 5 m

$$\text{Área} = \frac{\pi * D_i^2}{4} = \frac{\pi * (0.0702 \text{ m})^2}{4} = 0.0039 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad} = \frac{Q}{A} = \frac{0.00294 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0039 \text{ m}^2} = 0.759 \text{ m/s}$$

Longitud equivalente en pérdidas por accesorios

Accesorios: Válvula de pie+colador, codo 90°, Reducción.

$$L_{eq} = \frac{K * D_i}{f}$$

$$\Sigma L_{eq} = \frac{(1.75)(0.0702)}{(0.018)} + \frac{(0.9)(0.0702)}{(0.018)} + \frac{(0.15)(0.0702)}{(0.018)} = 10.92 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{(0.759 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 0.03 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{L + \Sigma L_{eq}}{D} = \frac{5 \text{ m} + 10.92 \text{ m}}{0.0702 \text{ m}} = 226.98$$

$$h_{f_{suc}} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} = (0.018)(0.03 \text{ m})(226.98) = 0.12 \text{ m}$$

Tubería de impulsión

Diámetro nominal = 63 mm

Diámetro interior = 58.8 mm = 0.0588 m

Longitud de tubería= 24 m

$$A = \frac{\pi * D_i^2}{4} = \frac{\pi * (0.0588 \text{ m})^2}{4} = 0.0027 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.00294 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0027 \text{ m}^2} = 1.08 \text{ m/s}$$

Longitud equivalente en pérdidas por accesorios

Accesorios: Válvula de compuerta, Válvula de retención, codo 90°, Reductor.

$$\Sigma L_{eq} = \frac{(0.2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(1.8)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.3)(0.0588)}{(0.018)} = 14.05 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{(1.08 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 0.03 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{L + \Sigma L_{eq}}{D} = \frac{24 \text{ m} + 14.05 \text{ m}}{0.0588 \text{ m}} = 647.05$$

$$h_{f_{imp}} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} = (0.018)(0.03 \text{ m})(647.05) = 0.7 \text{ m}$$

F. Pérdida total del sistema

Pérdida por fricción (succión) = 0.12 m

Pérdida por fricción (impulsión) = 0.7 m

Pérdida total = 0.12 m + 0.7 m = 0.815 m

G. Altura dinámica total

Altura geométrica de succión = 2 m

Altura geométrica de impulsión = 23 m

Altura geométrica total = 26 m

Pérdida total del sistema = 0.815 m

Altura dinámica total (TDH) = 26 m + 0.815 m = 26.82 m

H. Potencia Hidráulica

$$P = Q * TDH * \rho * g$$

$$P = (0.00294 \text{ m}^3/\text{s})(26.82 \text{ m})(1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$P = 744.57 \text{ W}$$

$$P = \frac{744.57}{0.7} = 1063.67 \text{ W}$$

$$P = \frac{1063.67}{746} = 1.43 \approx 1.5 \text{ HP}$$

Potencia recomendada: 2 HP

4.2.2. Cálculos De Segunda Alternativa De Prediseño De Sistema

Datos

Caudal de bombeo necesario: 1.96 l/s

Caudal existente en la red actual: 0.1 l/s

Presión en último punto existente: 14 m.c.a

A. Caudal, presión y pérdidas en la nueva red

$$Q_T = Q_b + Q_e$$
$$Q_T = 1.96 \text{ l/s} + 0.1 \text{ l/s} = 2.06 \text{ l/s} = 0.00206 \text{ m}^3/\text{s}$$

Área

Caudal = $0.00196 \text{ m}^3/\text{s}$

Diámetro = $63 \text{ mm} = 0.0063 \text{ m}$

Diámetro interior = $58.8 \text{ mm} = 0.0588 \text{ m}$

$$A = \pi * \left(\frac{D_i}{2}\right)^2 = \pi * \left(\frac{0.0063 \text{ m}}{2}\right)^2 = 0.00311 \text{ m}^2$$

Velocidad de flujo

$$V = \frac{4 * Q_b}{\pi * D_i^2}$$
$$V = \frac{(4)(0.00196 \text{ m}^3/\text{s})}{(\pi)(0.0058 \text{ m})^2} = 0.72 \text{ m/s}$$

Pérdidas en la nueva red

$$h_f = f * \frac{V}{2g} * \frac{L}{D}$$

Donde $f=0.018$

Tabla 21*Pérdidas de carga por tramos en red nueva*

Tramo	L (m)	Q (L/s)	Q (m3/s)	V (m/s)	hf (m)
J2-J3	36	0.7	0.0007	0.26	0.04
J3-J4	36	0.31	0.00031	0.11	0.01
J2-J1	36	0.7	0.0007	0.26	0.04
J1-J9	36	0.31	0.00031	0.11	0.01
J9-J10	176	0.13	0.00013	0.05	0.01
J1-J8	176	0.18	0.00018	0.07	0.01
J2-J7	176	0.36	0.00036	0.13	0.05
J3-J6	176	0.18	0.00018	0.07	0.01
J4-J5	176	0.13	0.00013	0.05	0.01
J7-J6	36	0.07	0.00007	0.03	0.00
J6-J5	36	0.05	0.00005	0.02	0.00
J7-J8	36	0.07	0.00007	0.03	0.00
J8-J10	36	0.05	0.00005	0.02	0.00
				hf	0.18

Pérdidas locales 10%

$$h_m = (0.18m)(0.1) = 0.02m$$

Pérdidas totales

$$h_T = 0.18m + 0.02m = 0.2 m$$

Presión requerida en la red

$$P_{req} = 20 \text{ m. c. a} + 0.2 \text{ m. c. a} = 20.2 \text{ m. c. a}$$

B. Pérdidas de carga en tubería de alimentación

Tabla 22*Pérdidas de carga en tubería de alimentación*

Tramo	L (m)	Q (L/s)	Q (m3/s)	V (m/s)	hf (m)
tramo 1	84	8.21	0.00821	0.98	1.26
	122	2.97	0.00297	0.36	0.24
tramo 2	102	2.47	0.00247	0.91	1.32
	92	2.05	0.00205	0.75	0.82

$$h_{f1} = 1.5 \text{ m}$$

$$h_{f2} = 2.13 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción total

$$h_T = 1.5 + 2.13 = 3.63 \text{ m}$$

Pérdidas locales 10%

$$h_m = 3.63(0.1) = 0.36 \text{ m}$$

Pérdidas totales

$$h_T = 3.63\text{m} + 0.36\text{m} = 4 \text{ m}$$

C. Presión en punto de conexión

$$P_u = 14\text{m.c.a} - 4\text{m.c.a} = 10 \text{ m.c.a}$$

D. Pérdidas de carga en tuberías de succión e impulsión**Tubería de succión**

Diámetro nominal= 63 mm

Diámetro interior = 58.8 mm = 0.0588 m

Velocidad = 0.758 m/s

Gravedad = 9.81 m/s²

Longitud de succión = 19 m

Longitud equivalente en pérdidas por accesorios

Accesorios: Válvula de compuerta, Junta de desmontaje, reducción excéntrica

$$\Sigma L_{eq} = \frac{(0.2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.2)(0.0588)}{(0.018)} \frac{(0.15)(0.0588)}{(0.018)} = 1.80 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$h_f = f * \frac{V}{2g} * \frac{L}{D}$$

$$\frac{V^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{L + \Sigma L_{eq}}{D} = 353.68 \text{ m}$$

$$hf_{suc} = 0.17 \text{ m}$$

Tubería de impulsión

Diámetro nominal = 63 mm

Diámetro interior = 58.8 mm = 0.0588 m

Velocidad = 0.758 m/s

Gravedad = 9.81 m/s²

Longitud de succión = 19 m

Longitud equivalente en pérdidas por accesorios

Accesorios: Válvula de compuerta, Válvula de retención, codo 90°, Reductor excéntrico

$$\Sigma L_{eq} = \frac{(0.2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.9)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.3)(0.0588)}{(0.018)} = 10.13 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$\frac{V^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{L + \Sigma L_{eq}}{D} = 495.35$$

$$hf_{imp} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} = 0.24 \text{ m}$$

E. Presión de entrada a la bomba

$$P = 10 \text{ m.c.a} - 0.17 \text{ m.c.a} = 9.83 \text{ m.c.a}$$

F. Altura dinámica total

$$TDH = 20.2m.c.a - 9.83m.c.a + 0.24m.c.a = 10.60m.c.a$$

G. Potencia Hidráulica

Densidad del agua = 1000 kg/m^3

Eficiencia estimada = 70 %

Potencia hidráulica

$$P = Q * TDH * \rho * g$$

$$P = (0.00196 \text{ m}^3/\text{s})(10.60)(1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$P = 203.81 \text{ W}$$

$$P = \frac{203.81}{0.7} = 291.16 \text{ W}$$

$$P = \frac{291}{746} = 0.4 \text{ HP} \approx 0.5 \text{ HP}$$

Potencia recomendada 1 HP

4.2.3. Cálculos De Tercera Alternativa De Prediseño De Sistema

Datos generales

QMH (total) = 1.96 l/s

Caudal contra incendio = 5 l/s

A. Dimensionamiento del reservorio

Volumen de regulación total

$$V_t = (0.71) (86400) = 61500 \text{ l/s} = 61.5 \text{ m}^3$$

Volumen contra incendio

$$V_i = (5 \text{ l/s}) (7200 \text{ s}) = 3600 \text{ l/s} = 36 \text{ m}^3$$

Volumen y dimensiones de reservorio

$$V_r = (61.5m^3) (70\%) = 43.05 m^3$$

$$V_r = 45 m^3$$

$$V_t = V_r + V_i$$

$$V_t = 43.5m^3 + 36m^3 = 80 m^3$$

Para un reservorio doble cámara las dimensiones por cámara son:

$$L = 5m ; A = 4m ; H = 2 m$$

B. Pérdidas en la nueva red

De la tabla 22 se obtuvo

$$h_f = 0.18 m$$

Pérdidas locales 10%

$$h_m = (0.18m)(0.1) = 0.02m$$

Pérdidas totales

$$h_T = 0.18m + 0.02m = 0.2 m$$

C. Presión requerida en la red

$$P_{req} = 20m. c. a + 0.2m. c. a = 20.2 m. c. a$$

D. Dimensionamiento y pérdidas de tuberías

Tubería de succión

Diámetro nominal = 63 mm

Diámetro interior = 58.8 mm = 0.0588 m

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = 0.0027 m^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = 0.72 m/s$$

$$L = 3 m$$

Coefficiente f (PVC) = 0.018

Longitud equivalente en pérdidas por accesorios

Accesorios: Válvula de pie + coladera, Válvula de compuerta, codo 90°, Reducción.

$$\Sigma L_{eq} = \frac{(1.75)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.9)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.15)(0.0588)}{(0.018)} = 9.80 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$\frac{V^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{L + \Sigma L_{eq}}{D} = 217.69$$

$$hf_{suc} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$hf_{suc} = (0.018)(0.03\text{m})(217.69) = 0.10 \text{ m}$$

Tubería de impulsión

Diámetro nominal = 63 mm

Diámetro interior = 58.8 mm = 0.0588 m

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = 0.0027 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = 0.72 \text{ m/s}$$

$$L = 19 \text{ m}$$

Coeficiente f (PVC) = 0.018

Longitud equivalente en pérdidas por accesorios

Accesorios: Válvula de retención, Válvula de compuerta, codo 90°, Reducción, Tee paso directo, 1 Tee salida lateral

$$\Sigma L_{eq} = \frac{(2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.2)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.9)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.15)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(0.32)(0.0588)}{(0.018)} + \frac{(1.8)(0.0588)}{(0.018)} = 17.54 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción

$$\frac{V^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{L + \Sigma L_{eq}}{D} = 672.48 \text{ m}$$

$$hf_{imp} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$hf_{imp} = 0.30 \text{ m}$$

E. Pérdida total del sistema

$$H_f \text{ succ} = 0.10 \text{ m}$$

$$H_f \text{ impul} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Pérdida total} = 0.40 \text{ m}$$

F. Altura dinámica total (TDH)

$$\text{Altura geométrica de succión} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Altura geométrica de impulsión} = 0 \text{ m}$$

$$\text{Altura geométrica total} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Pérdida total del sistema} = 0.40 \text{ m}$$

$$\text{Altura dinámica total (TDH)} = 20.2 \text{ m} + 2 \text{ m} + 0.40 \text{ m} = 22.62 \text{ m}$$

G. Potencia Hidráulica

$$\text{Densidad del agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Eficiencia estimada} = 70 \%$$

$$P = Q * TDH * \rho * g$$

$$P = (0.00196 \text{ m}^3/\text{s})(22.62 \text{ m})(1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$P = 435.08 \text{ W}$$

$$P = \frac{435.08}{0.7} = 621.54 \text{ W}$$

$$P = \frac{621.54}{745.7} = 0.84 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

$$\text{Potencia recomendada: } 1.5 \text{ Hp}$$

4.3. RESULTADOS DEL 0.E.3: DETERMINAR EL PRESUPUESTO DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE PREDISEÑO A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS, CON EL PROPÓSITO DE SELECCIONAR LA OPCIÓN MÁS VIABLE TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

En esta sección se muestran los presupuestos de las tres alternativas del sistema de agua potable propuestos: la alternativa 1 con un presupuesto referencial de \$ 60.885,59, la alternativa 2 \$ 44.189,45 y la alternativa 3 con \$ 52.254,34. Estos presupuestos incluyen los costos de cada rubro de los componentes diseñados, como la mano de obra, materiales, maquinaria, y medidas ambientales y de seguridad requeridas en el sitio de construcción.

PRESUPUESTO REFERENCIAL ALTERNATIVA 1

1	RED DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	CANTID	P. UNIT	TOTAL
1.01	CASETA DE GUARDIANIA	u	1.00	405.61	405.61
1.02	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	949.60	2.63	2493.30
1.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC U/Z 0,8 Mpa Ø63 mm.	ml	1187.00	9.56	11347.72
1.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC RADIO LARGO U/Z D=63 mm.X90°	u	4.00	7.24	28.96
1.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE PVC U/Z D=63 mm	u	3.00	15.48	46.44
1.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CRUZ PVC 63 X 63 mm	u	1.00	14.89	14.89
1.07	SUMINISTRO DE MEDIDOR DE 2"	u	1.00	923.05	923.05
1.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTE BRIDADO DN 80 CON 2 SALIDAS DE 2 1/2"	u	1.00	1566.32	1566.32
1.09	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=63 mm.	u	1.00	128.54	128.54
1.1	CAJA DE PROTECCION PARA VALVULA/MEDIDOR	u	1.00	28.88	28.88
1.11	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE 2" A 8"	u	1.00	22.08	22.08
1.12	INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE 1 1/2" A 6"	u	1.00	23.54	23.54
1.13	EXCAVACIÓN A MÁQUINA H= 0.00 a 2.00 MT	m3	949.60	3.64	3456.54
1.14	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA	m3	246.04	28.96	7125.45
1.15	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	699.86	6.55	4584.05
1.16	DESALOJO DE MATERIALES SOBRANTES	m3	249.74	3.42	854.13
1.17	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	3.75	2.21	8.30
1.18	LETRERO DE SEÑALIZACION	u	2.00	27.24	54.48
				A	32706.68
2	RESERVORIO				

2.01	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	34.00	2.63	89.27
2.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC U/Z 1,0 Mpa Ø75 mm.	MI	6.00	15.13	90.78
2.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC U/Z 1,0 MPa Ø110 mm.	MI	2.00	17.86	35.72
2.04	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=110 mm.	U	1.00	522.64	522.64
2.05	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=75 mm.	U	2.00	117.00	234.00
2.06	SUMINISTRO DE VALVULA DE PIE HF UZ D=75 mm.	U	2.00	84.00	168.00
2.07	SUMINISTRO DE JUNTA DE DESMONTAJE Ø75 mm.	U	2.00	153.08	306.16
2.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO DE ACERO Ø75 mm x90°	U	3.00	5.62	16.86
2.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE DE ACERO Ø75 mm	U	1.00	25.06	25.06
2.1	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE 2" A 8"	U	4.00	22.08	88.32
2.11	SUMINISTRO DE FLOTADOR DE 3"	U	2.00	387.00	774.00
2.12	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE f'c= 140 Kg/cm2 e=0,05 M (INCLUYE ENCOFRADO)	m2	12.29	13.95	171.42
2.13	HORMIGON SIMPLE f'c=280 kg/cm2 (Incluye encofrado)	m3	32.57	296.84	9666.89
2.14	ACERO DE REFUERZO	Kg	2276.16	1.80	4097.10
2.15	EXCAVACIÓN A MÁQUINA H= 2.00 a 4.00 MT	m3	148.16	3.89	576.33
3.15	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	61.92	6.55	405.58
2.16	DESALOJO DE MATERIALES SOBRANTES	m3	86.24	3.42	294.93
				B	17563.05
3	ESTACION DE BOMBEO				
3.01	SUMINISTRO E INATALACION DE BOMBA CENTRIFUGA 2 HP 2X2"	u	1.00	2103.54	2103.54
3.02	CASETA DE BOMBEO	u	1.00	1683.10	1683.10
				C	3786.64
4	TANQUE ELEVADO				
4.01	SUMINISTRO DE TANQUE	u	1.00	6829.23	6829.23
				D	6829.23
				TOTAL (A+B+C+D)	60885.59

PRESUPUESTO REFERENCIAL ALTERNATIVA 2

1	RED DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	CANTID	P. UNIT	TOTAL
1.01	CASETA DE GUARDIANIA	u	1.00	405.61	405.61
1.02	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	964.80	2.63	2533.21
1.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC U/Z 0,8 Mpa Ø63 mm.	ml	1206.00	9.56	11529.36
1.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC RADIO LARGO U/Z D=63 mm.X90°	u	4.00	7.24	28.96
1.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE PVC U/Z D=63 mm	u	3.00	15.48	46.44
1.06	SUMINSTRO E INSTALACIÓN DE CRUZ PVC 63 X 63 mm	u	1.00	14.89	14.89
1.07	SUMINISTRO DE MEDIDOR DE 2"	u	1.00	923.05	923.05
1.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTE BRIDADO DN 80 CON 2 SALIDAS DE 2 1/2"	u	1.00	1566.32	1566.32
1.09	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=63 mm.	u	1.00	128.54	128.54

1.1	CAJA DE PROTECCION PARA VALVULA/MEDIDOR	u	1.00	28.88	28.88
1.11	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE 2" A 8"	u	1.00	22.08	22.08
1.12	INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE 1 1/2" A 6"	u	1.00	23.54	23.54
1.13	EXCAVACIÓN A MÁQUINA H= 0.00 a 2.00 MT	m3	964.80	3.64	3511.87
1.14	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA	m3	249.98	28.96	7239.51
1.15	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	711.06	6.55	4657.43
1.16	DESALOJO DE MATERIALES SOBRANTES	m3	253.74	3.42	867.80
1.17	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	3.75	2.21	8.30
1.18	LETRERO DE SEÑALIZACION	u	2.00	27.24	54.48
				A	33590.27
2	ESTACION DE BOMBEO				
2.01	SUMINISTRO E INATALACION DE BOMBA CENTRIFUGA 1 HP 1x1"	u	1.00	1517.25	1517.25
2.02	CASETA DE BOMBEO	u	1.00	9081.93	9081.93
				B	10599.18
				TOTAL	44189.45

PRESUPUESTO REFERENCIAL ALTERNATIVA 3

1	RED DE DISTRIBUCIÓN	UNID	CANT	P.	TOTAL
		AD		UNIT	
1.01	CASETA DE GUARDIANIA	u	1.00	405.61	405.61
1.02	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	949.60	2.63	2493.30
1.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC U/Z 0,8 Mpa Ø63 mm.	ml	1187.00	9.56	11347.72
1.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC RADIO LARGO U/Z D=63 mm.X90°	u	4.00	7.24	28.96
1.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE PVC U/Z D=63 mm	u	3.00	15.48	46.44
1.06	SUMINSTRO E INSTALACIÓN DE CRUZ PVC 63 X 63 mm	u	1.00	14.89	14.89
1.07	SUMINISTRO DE MEDIDOR DE 2"	u	1.00	923.05	923.05
1.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTE BRIDADO DN 80 CON 2 SALIDAS DE 2 1/2"	u	1.00	1566.32	1566.32
1.09	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=63 mm.	u	1.00	128.54	128.54
1.1	CAJA DE PROTECCION PARA VALVULA/MEDIDOR	u	1.00	28.88	28.88
1.11	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE 2" A 8"	u	1.00	22.08	22.08
1.12	INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE 1 1/2" A 6"	u	1.00	23.54	23.54
1.13	EXCAVACIÓN A MÁQUINA H= 0.00 a 2.00 MT	m3	854.64	3.64	3110.89
1.14	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA	m3	246.04	28.96	7125.45
1.15	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	604.90	6.55	3962.06
1.16	DESALOJO DE MATERIALES SOBRANTES	m3	249.74	3.42	854.13
1.17	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	3.75	2.21	8.30
1.18	LETRERO DE SEÑALIZACION	u	2.00	27.24	54.48
				A	32144.64
2	RESERVORIO				
2.01	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	45.00	2.63	118.15
2.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC U/Z 1,0 Mpa Ø63 mm.	ml	6.00	9.56	57.36
2.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC U/Z 1,0 MPa Ø110 mm.	ml	2.00	17.86	35.72

2.04	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=110 mm.	u	1.00	522.64	522.64
2.05	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA HF UZ D=63 mm.	u	2.00	128.54	257.08
2.06	SUMINISTRO DE VALVULA DE PIE HF UZ D=63 mm.	u	2.00	67.54	135.08
2.07	SUMINISTRO DE JUNTA DE DESMONTAJE Ø63 mm.	u	2.00	121.05	242.10
2.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO PVC RADIO LARGO U/Z D=63 mm.X90°	u	3.00	7.24	21.72
2.09	SUMINISTRO DE TEE DE Ø63 mm	u	1.00	15.48	15.48
2.1	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE 2" A 8"	u	4.00	22.08	88.32
2.11	SUMINISTRO DE FLOTADOR DE 3"	u	2.00	387.00	774.00
2.12	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE f'c= 140 Kg/cm2 e=0,05 M (INCLUYE ENCOFRADO)	m2	12.29	13.95	171.42
2.13	HORMIGON SIMPLE f'c=280 kg/cm2 (Incluye encofrado)	m3	32.57	296.84	9666.89
2.14	ACERO DE REFUERZO	kg	2276.16	1.80	4097.10
2.15	EXCAVACIÓN A MÁQUINA H= 2.00 a 4.00 MT	m3	148.16	3.89	576.33
3.15	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	61.92	6.55	405.58
2.16	DESALOJO DE MATERIALES SOBRANTES	m3	86.24	3.42	294.93
				B	17479.89
3	ESTACION DE BOMBEO				
3.01	SUMINISTRO E INATALACION DE BOMBA CENTRIFUGA 1.5 HP 1x1"	u	1.00	1300.00	1300.00
3.02	CASETA DE BOMBEO	u	1.00	1329.81	1329.81
				C	2629.81
				TOTAL(A+B+C)	52254.34

ANÁLISIS TÉCNICO

Alternativa 1. El sistema es hidráulicamente viable, el tanque elevado actúa como regulador de caudal y presión, permitiendo operación intermitente de la bomba. El equipo de bombeo se dimensionó para un $Q_b = 2.94$ l/s y una altura dinámica total $H = 26.8$ m.c.a, (incluyendo altura geométrica, pérdidas por fricción y locales) resultando una bomba centrifuga con potencia de 2 hp a una eficiencia del 70%.

El almacenamiento se compone por un reservorio bajo con $V = 80$ m3 (regulación+reserva de incendio) y un tanque elevado de $V = 25$ m3, con una continuidad de servicio de 3 horas 36 minutos. Las presiones de la red se mantienen dentro de la normativa técnica con 21 m.c.a.

Desde la perspectiva constructiva, con un área aproximada de 24 m2, presenta un proceso constructivo más completo ante otras alternativas, provocando que el periodo de implementación sea más extenso.

Tabla 23*Demandas y presiones de la ciudadela*

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32	J-1	72.00	<None>	<Collection:	0.20	92.77	21
33: J-2	33	J-2	72.00	<None>	<Collection:	0.24	92.82	21
35: J-3	35	J-3	72.00	<None>	<Collection:	0.20	92.77	21
36: J-4	36	J-4	72.00	<None>	<Collection:	0.17	92.76	21
38: J-5	38	J-5	72.00	<None>	<Collection:	0.17	92.75	21
39: J-6	39	J-6	72.00	<None>	<Collection:	0.20	92.75	21
41: J-7	41	J-7	72.00	<None>	<Collection:	0.20	92.75	21
44: J-8	44	J-8	72.00	<None>	<Collection:	0.20	92.75	21
46: J-9	46	J-9	72.00	<None>	<Collection:	0.17	92.76	21
48: J-10	48	J-10	72.00	<None>	<Collection:	0.17	92.75	21

Tabla 24*Resultados de simulación hidráulica*

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
31: TUB PVC 6	31	TUB PVC 63 ...	36	J-1	J-2	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.69	0.25	0.001
34: TUB PVC 6	34	TUB PVC 63 mm	36	J-3	J-4	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.30	0.11	0.000
37: TUB PVC 6	37	TUB PVC 63 mm	36	J-5	J-6	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.05	0.02	0.000
40: TUB PVC 6	40	TUB PVC 63 mm	36	J-6	J-7	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.07	0.03	0.000
42: TUB PVC 6	42	TUB PVC 63 mm	36	J-2	J-3	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.69	0.25	0.001
43: TUB PVC 6	43	TUB PVC 63 mm	36	J-7	J-8	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.07	0.03	0.000
45: TUB PVC 6	45	TUB PVC 63 mm	36	J-9	J-1	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.30	0.11	0.000
47: TUB PVC 6	47	TUB PVC 63 mm	36	J-8	J-10	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.05	0.02	0.000
51: TUB PVC 6	51	TUB PVC 63 mm	176	J-2	J-7	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.35	0.13	0.000
52: TUB PVC 6	52	TUB PVC 63 mm	176	J-9	J-10	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.13	0.05	0.000
53: TUB PVC 6	53	TUB PVC 63 mm	176	J-1	J-8	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.18	0.07	0.000
54: TUB PVC 6	54	TUB PVC 63 mm	176	J-3	J-6	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.18	0.07	0.000
55: TUB PVC 6	55	TUB PVC 63 mm	176	J-4	J-5	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.13	0.05	0.000
180: P-2(2)	180	P-2(2)	20	T-1	J-2	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	1.96	0.72	0.009
183: 63 mm	183	63 mm	6	PMP-2	T-1	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	2.94	1.08	0.020
186: 75 mm	186	75 mm	8	R-2	PMP-2	70.2	PVC	150.0	☐	0.000	2.94	0.76	0.008

Alternativa 2. Este sistema consiste en un equipo de presurización (booster) conectado directamente a la red existente. El equipo de bombeo se dimensionó con un $Q_b=1.96$ l/s y una altura dinámica total TDH= 10.60 mca, considerando que la presión disponible en el punto de conexión es de 14 mca y una presión de salida de requerida de 21 m.c.a., con una potencia estimada de 1 hp.

Operativamente, el funcionamiento del equipo implica un mayor desgaste. Su principal limitación es nula autonomía ante cortes de energía, el servicio se interrumpe de forma inmediata. Asimismo, depende completamente de las condiciones de la red externa, cualquier caída de presión reduce o anula el suministro, clasificándose como una alternativa de alta vulnerabilidad hidráulica.

En términos constructivos, es la solución más sencilla al no contar con estructuras de almacenamiento, ocupando un área aproximada de 10 m².

Tabla 25

Demandas y presiones de la red existente y ciudadela

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32	J-1	72.00	<None>	<Collection:	0.21	92.56	21
33: J-2	33	J-2	72.00	<None>	<Collection:	0.21	92.61	21
35: J-3	35	J-3	72.00	<None>	<Collection:	0.21	92.56	21
36: J-4	36	J-4	72.00	<None>	<Collection:	0.18	92.55	21
38: J-5	38	J-5	72.00	<None>	<Collection:	0.18	92.54	21
39: J-6	39	J-6	72.00	<None>	<Collection:	0.21	92.54	21
41: J-7	41	J-7	72.00	<None>	<Collection:	0.21	92.54	21
44: J-8	44	J-8	72.00	<None>	<Collection:	0.21	92.54	21
46: J-9	46	J-9	72.00	<None>	<Collection:	0.18	92.55	21
48: J-10	48	J-10	72.00	<None>	<Collection:	0.18	92.54	21
50: J-11	50	J-11	72.00	<None>	<Collection:	0.09	82.31	10
57: J-12	57	J-12	69.00	<None>	<Collection:	0.11	85.64	17
60: J-14	60	J-14	73.00	<None>	<Collection:	0.15	84.81	12
61: J-15	61	J-15	73.00	<None>	<Collection:	0.23	84.91	12
63: J-16	63	J-16	74.00	<None>	<Collection:	0.10	84.81	11
65: J-17	65	J-17	70.00	<None>	<Collection:	0.12	84.58	15
66: J-18	66	J-18	68.00	<None>	<Collection:	0.17	84.43	16
68: J-19	68	J-19	73.00	<None>	<Collection:	0.06	84.81	12
72: J-20	72	J-20	70.00	<None>	<Collection:	0.36	84.74	15
74: J-21	74	J-21	68.00	<None>	<Collection:	0.25	84.09	16
76: J-22	76	J-22	62.00	<None>	<Collection:	0.17	83.74	22
77: J-23	77	J-23	62.00	<None>	<Collection:	0.20	83.75	22
80: J-25	80	J-25	72.00	<None>	<Collection:	0.07	83.26	11
82: J-26	82	J-26	62.00	<None>	<Collection:	0.02	83.73	22
83: J-27	83	J-27	62.00	<None>	<Collection:	0.03	83.73	22
85: J-28	85	J-28	68.00	<None>	<Collection:	0.07	85.63	18
88: J-29	88	J-29	62.00	<None>	<Collection:	0.15	83.20	21
89: J-30	89	J-30	62.00	<None>	<Collection:	0.12	83.23	21
91: J-31	91	J-31	62.00	<None>	<Collection:	0.07	83.73	22
93: J-32	93	J-32	62.00	<None>	<Collection:	0.02	83.23	21
95: J-33	95	J-33	64.00	<None>	<Collection:	0.16	83.11	19
96: J-34	96	J-34	66.00	<None>	<Collection:	0.17	83.10	17
98: J-35	98	J-35	62.00	<None>	<Collection:	0.08	83.73	22
99: J-36	99	J-36	62.00	<None>	<Collection:	0.04	83.73	22
101: J-37	101	J-37	62.00	<None>	<Collection:	0.11	83.35	21
102: J-38	102	J-38	62.00	<None>	<Collection:	0.15	83.44	21
105: J-39	105	J-39	68.00	<None>	<Collection:	0.18	85.59	18
106: J-40	106	J-40	65.00	<None>	<Collection:	0.04	85.59	21
108: J-41	108	J-41	72.00	<None>	<Collection:	0.12	83.26	11
109: J-42	109	J-42	70.00	<None>	<Collection:	0.24	83.26	13
111: J-43	111	J-43	64.00	<None>	<Collection:	0.11	83.81	20
112: J-44	112	J-44	63.00	<None>	<Collection:	0.05	83.81	21
114: J-45	114	J-45	64.00	<None>	<Collection:	0.05	83.10	19
117: J-46	117	J-46	65.00	<None>	<Collection:	0.10	83.81	19
121: J-47	121	J-47	63.00	<None>	<Collection:	0.08	83.75	21
122: J-48	122	J-48	63.00	<None>	<Collection:	0.26	83.76	21
124: J-49	124	J-49	66.00	<None>	<Collection:	0.16	85.57	20
125: J-50	125	J-50	65.00	<None>	<Collection:	0.08	85.57	21
128: J-51	128	J-51	67.00	<None>	<Collection:	0.15	83.93	17
129: J-52	129	J-52	67.00	<None>	<Collection:	0.19	83.96	17
132: J-53	132	J-53	64.00	<None>	<Collection:	0.09	83.09	19
135: J-54	135	J-54	63.00	<None>	<Collection:	0.16	83.75	21
137: J-55	137	J-55	65.00	<None>	<Collection:	0.24	83.80	10

137: J-55	137	J-55	65.00	<None>	<Collection:	0.24	83.89	19
138: J-56	138	J-56	66.00	<None>	<Collection:	0.17	83.86	18
141: J-57	141	J-57	68.00	<None>	<Collection:	0.14	84.74	17
143: J-58	143	J-58	62.00	<None>	<Collection:	0.14	83.73	22
145: J-59	145	J-59	63.00	<None>	<Collection:	0.25	83.76	21
146: J-60	146	J-60	63.00	<None>	<Collection:	0.20	83.75	21
148: J-61	148	J-61	67.00	<None>	<Collection:	0.05	83.92	17
150: J-62	150	J-62	64.00	<None>	<Collection:	0.05	83.80	20
158: J-63	158	J-63	63.00	<None>	<Collection:	0.11	83.80	21
159: J-64	159	J-64	64.00	<None>	<Collection:	0.13	83.82	20
161: J-65	161	J-65	68.00	<None>	<Collection:	0.11	83.99	16

Alternativa 3. Este sistema combina la autonomía del almacenamiento con la simplicidad de un sistema presurizado directo. El reservorio se dimensionó con capacidad $V=80 \text{ m}^3$, permitiendo desacoplar el suministro de las fluctuaciones de la red de la comuna “Juan Montalvo”. El equipo de bombeo se seleccionó para un $Q_b=1.96 \text{ l/s}$ y altura dinámica total $TDH= 22.62 \text{ mca}$ (incluye la altura geométrica, pérdidas por fricción en impulsión y presión requerida en la red), con potencia de 1.5 hp y eficiencia estimada del 70%.

El control operativo se realiza mediante sistema de arranque/parada por presión, permitiendo mantener la presión en rango normativo. Su principal vulnerabilidad es la dependencia del suministro eléctrico. Constructivamente, requiere reservorio enterrado, sala de bombas y posee un área aproximada de 24 m^2 .

Tabla 26

Demandas y presiones de la ciudadela

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
32: J-1	32	J-1	72.00	<None>	<Collection:	0.20	94.44	22
33: J-2	33	J-2	72.00	<None>	<Collection:	0.23	94.49	22
35: J-3	35	J-3	72.00	<None>	<Collection:	0.20	94.44	22
36: J-4	36	J-4	72.00	<None>	<Collection:	0.18	94.43	22
38: J-5	38	J-5	72.00	<None>	<Collection:	0.18	94.42	22
39: J-6	39	J-6	72.00	<None>	<Collection:	0.20	94.42	22
41: J-7	41	J-7	72.00	<None>	<Collection:	0.20	94.42	22
44: J-8	44	J-8	72.00	<None>	<Collection:	0.20	94.42	22
46: J-9	46	J-9	72.00	<None>	<Collection:	0.18	94.43	22
48: J-10	48	J-10	72.00	<None>	<Collection:	0.18	94.42	22

Tabla 27

Resultados de simulación de hidráulica de red

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
31: TUB PVC 6	31	TUB PVC 63 ...	36	J-1	J-2	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.69	0.25	0.001
34: TUB PVC 6	34	TUB PVC 63 mm	36	J-3	J-4	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.30	0.11	0.000
37: TUB PVC 6	37	TUB PVC 63 mm	36	J-5	J-6	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.05	0.02	0.000
40: TUB PVC 6	40	TUB PVC 63 mm	36	J-6	J-7	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.07	0.03	0.000
42: TUB PVC 6	42	TUB PVC 63 mm	36	J-2	J-3	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.69	0.25	0.001
43: TUB PVC 6	43	TUB PVC 63 mm	36	J-7	J-8	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.07	0.03	0.000
45: TUB PVC 6	45	TUB PVC 63 mm	36	J-9	J-1	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	-0.30	0.11	0.000
47: TUB PVC 6	47	TUB PVC 63 mm	36	J-8	J-10	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.05	0.02	0.000
51: TUB PVC 6	51	TUB PVC 63 mm	176	J-2	J-7	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.35	0.13	0.000
52: TUB PVC 6	52	TUB PVC 63 mm	176	J-9	J-10	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.13	0.05	0.000
53: TUB PVC 6	53	TUB PVC 63 mm	176	J-1	J-8	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.18	0.07	0.000
54: TUB PVC 6	54	TUB PVC 63 mm	176	J-3	J-6	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.18	0.07	0.000
55: TUB PVC 6	55	TUB PVC 63 mm	176	J-4	J-5	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	0.13	0.05	0.000
175: TUB PVC	175	TUB PVC 63 ...	18	PMP-1	J-2	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	1.96	0.72	0.009
185: TUB PVC	185	TUB PVC 63 ...	10	R-3	PMP-1	58.8	PVC	150.0	☐	0.000	1.96	0.72	0.009

ANÁLISIS SOCIAL

Alternativa 1. Socialmente, la visibilidad de este sistema representa una proyección de sostenibilidad en la distribución de agua potable. Brinda una seguridad altamente aceptable.

Alternativa 2. Su principal problema social es la inseguridad, debido a que ante situaciones de cortes de luz o evento que afecte a la red existente el servicio se interrumpe. Esta situación puede generar desconfianza en el sistema debido a que la población puede asociar el proyecto con problemas que no son netamente del sistema.

Alternativa 3. En el ámbito social este sistema conlleva una problemática similar al sistema de la alternativa 2, ante cortes de luz la población sabe que existe agua potable en la estructura de almacenamiento, pero no puede acceder a ella, esto puede generar descontento social significativo. Este punto es crítico ante la aceptación social del proyecto.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Alternativa 1. La inversión inicial de este sistema es alta debido a que implica a dos grandes estructuras de concreto armado y equipos de bombeo. El mantenimiento incluye limpieza en alturas por lo que será algo elevado, pero considerando que los periodos en los que se realizan no son muy constantes.

Alternativa 2. La inversión inicial de este sistema es la más baja en ámbito constructivo y de operación, ya que consta una estación de bombeo booster, siendo más rentable que la alternativa

1 y 3 en cuanto a valor inicial. Sin embargo, la bomba trabajará constantemente por lo que acelerará su desgaste y puede provocar gastos de mantenimiento o reemplazos frecuentes.

Alternativa 3. La inversión inicial de este sistema es intermedia en relación a las alternativas 1 y 2. Debido a que cuenta con una estructura robusta de concreto armado. El costo a largo plazo por mantenimiento y limpieza será moderado.

La factibilidad económica de la Alternativa 1 se evaluó mediante el criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR), comparando la rentabilidad del proyecto con el costo de oportunidad del capital. Este último representa el rendimiento que podría obtenerse si la inversión fuera colocada en una institución financiera.

La inversión inicial requerida para la implementación del proyecto es de \$ 60.885,59. La población beneficiada corresponde a 300 habitantes, quienes manifestaron, según los resultados de las encuestas, su disposición a cancelar una tarifa mensual de \$ 12,00 por un servicio continuo de agua potable.

Por tanto, el ingreso anual esperado es:

$$\text{Ingreso Anual} = (300)(12)(12)$$

$$\text{Ingreso Anual} = \$ 43.200$$

tomando un valor referencial del **5% de la inversión**:

$$O\&M = (0.05)(60.885,59)$$

$$O\&M = \$3.044,28$$

Beneficio neto anual

$$BN = 43.200 - 3.044,28$$

$$BN = \$ 40.155,72$$

La vida útil considerada para la evaluación es de 25 años

Tabla 28*Flujo de caja proyectado*

Flujo de Caja Proyectado	
Año	Flujo Neto (USD)
0	-60.885,59
1	40.155,72
2	40.155,72
3	40.155,72
4	40.155,72
5	40.155,72
6	40.155,72
7	40.155,72
8	40.155,72
9	40.155,72
10	40.155,72
11	40.155,72
12	40.155,72
13	40.155,72
14	40.155,72
15	40.155,72
16	40.155,72
17	40.155,72
18	40.155,72
19	40.155,72
20	40.155,72
21	40.155,72
22	40.155,72
23	40.155,72
24	40.155,72
25	40.155,72

CÁLCULO DEL VAN

Suponiendo una TMAR del 8% anual (similar al costo de oportunidad bancario):

$$VAN = \sum_{t=1}^{25} \frac{\$40.155,72}{(1+0.08)^t} - 60.885,59$$

El factor presente para una anualidad uniforme de 25 años al 8% es:

$$\frac{(1 + 0.08)^{25}}{0.08(1 + 0.08)^{25}} = 10.67$$

$$VAN = (40.155,72)(10.6675) - 60.885,59$$

$$VAN = \$367.777,71$$

$$VAN > 0$$

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se obtiene resolviendo la ecuación:

$$0 = 60.885,59 + \sum_{t=1}^{25} \frac{40.155,72}{(1 + TIR)^t}$$

Donde:

- TIR = Tasa Interna de Retorno.
- 25 = vida útil del proyecto.

Resolviendo la ecuación se obtiene:

$$TIR = 65\%$$

RELACION BENEFICIO/COSTO

$$VPB = (43.200)(10.675)$$

$$VPB = \$461.160$$

$$VPC = 60.885,59 + (3.044,28)(10.675)$$

$$VPC = \$93.387$$

$$B/C = 93.387/461.160$$

$$B/C = 4.94$$

$$B/C > 1$$

Comparación entre inversión bancaria y ejecución del proyecto

Tabla 29*Comparación entre inversión y ejecución del proyecto*

Concepto	Inversión Bancaria	Proyecto de Agua Potable
Inversión inicial (USD)	60.885,59	60.885,59
Vida útil (años)	25	25
Ingreso anual estimado (USD)	4.870,85	43.200,00
Costos de operación y mantenimiento (USD/año)	0,00	3.044,28
Beneficio neto anual (USD)	4.870,85	40.155,72
Tasa de retorno	8%	65%
VAN (USD)	Referencia	367.777,71
Relación B/C	1,00	4,94
Factibilidad económica	Moderada	Alta

Beneficio anual generado

La rentabilidad anual obtenida por mantener el dinero en una institución financiera sería:

$$(60.885,59)(0.08) = \$ 4.870,85$$

$$43.200 - 3.044,28 = \$ 40.155,72$$

$$40.155,72 - 4.870,85 = \$35.284,87$$

el proyecto genera aproximadamente ocho veces más beneficio económico anual que la alternativa de depositar el dinero en un banco.

Tabla 30*Recuperación comparativa de la inversión*

Indicador	Banco	Proyecto
Beneficio anual (USD)	4.870,85	40.155,72
Tiempo para generar un valor equivalente a la inversión inicial	12,5 años	1,52 años
Beneficio acumulado en 25 años (USD)	121.771,18	1.003.893,00

La inversión bancaria genera durante 25 años un rendimiento acumulado aproximado de \$ 121.771,18; mientras que la implementación de la Alternativa 1 produce beneficios acumulados cercanos a \$ 1.003.893,00. Esto significa que los beneficios económicos obtenidos por el proyecto son aproximadamente 8,24 veces superiores a los que generaría el mismo capital invertido en una institución financiera.

Los resultados obtenidos demuestran que la rentabilidad generada por la Alternativa 1 supera ampliamente el rendimiento que produciría la misma cantidad de dinero invertida en una entidad financiera. Esto indica que el proyecto recupera la inversión inicial en un período relativamente corto y posteriormente genera beneficios económicos sostenidos durante el resto de su vida útil.

De acuerdo con los resultados de la evaluación económica, la Alternativa 1 es económicamente factible, ya que requiere una inversión inicial de USD 60.885,59 y genera ingresos anuales estimados de USD 43.200 durante una vida útil de 25 años. La Tasa Interna de Retorno obtenida (65%) supera significativamente la tasa de rendimiento que ofrecería una inversión bancaria tradicional, demostrando que el proyecto constituye una alternativa económicamente rentable y financieramente sostenible.

Después del análisis técnico, social y económico de las 3 alternativas de sistemas de distribución de agua potable la recomendación final es la alternativa 1 que consta de un reservorio bajo, bomba de agua y tanque elevado. La principal razón de la elección del sistema es la continuidad del servicio ante factores externos y comunes en zonas rurales como lo son los cortes de luz. Desde el punto de vista social, la alternativa 1 genera tranquilidad y confianza, aspectos fundamentales para la sostenibilidad del proyecto, la ciudadela no vive con la inseguridad de quedarse sin servicio. Finalmente, en el ámbito económico la inversión inicial es alta, pero a largo plazo es la opción más rentable frente a las otras alternativas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio permitió cumplir con los objetivos planteados, obteniendo las siguientes conclusiones:

Se realizó el análisis integral de la información poblacional, urbanística, social, económica y topográfica de la zona de estudio, determinando que una simple extensión de red al sistema existente de la comuna Juan Montalvo no es factible debido a que presenta limitaciones e incumplimiento de parámetros hidráulicos normativos. Se obtuvo la geometría del terreno mediante levantamiento con estación total, identificando un área aproximada de 3.9 has, cota de terreno de 73 m y para el diseño hidráulico de 72 m. La aplicación de la norma CPE INEN 1992 permitió establecer una dotación de 180 l/hab/día para 300 habitantes establecidos, calculando una demanda de agua potable de $Q_{md}=0.625$ l/s y caudal máximo horario $Q_{mh}=1.96$ l/s, que constituyen la base de los componentes del sistema.

Las tres alternativas de prediseño evaluadas mediante modelación hidráulica resultaron ser técnicamente factibles, alcanzando presiones en la red comprendidas entre 21 y 22 m.c.a., superiores al mínimo normativo y dentro del rango admisible. Las tres alternativas resultaron técnicamente factibles, pero se diferencian principalmente en su configuración, complejidad constructiva y vulnerabilidad operacional.

Desde el punto de vista económico, la estimación de costos mostró diferencias significativas entre las alternativas. La de menor inversión inicial fue la Alternativa 2, con un presupuesto de \$ 44.189,45 al no contemplar estructuras de almacenamiento y requerir únicamente de una estación de bombeo tipo booster. Le sigue la alternativa 3 con un costo intermedio de \$ 52.254,34 que considera la construcción de un reservorio bajo y su respectivo cuarto de bombas. Por último, la Alternativa 1 presenta mayor inversión inicial, alcanzando los \$ 60.885,59, ya que considera 2 estructuras de hormigón armado: el reservorio bajo y el tanque elevado.

El análisis integral realizado permite concluir que el prediseño del sistema de agua potable de la alternativa 1 para la ciudadela "Las Américas" es factible en todos los aspectos evaluados. Técnicamente, la modelación hidráulica permitió verificar que el sistema propuesto compuesto por tubería de succión de 75 mm e impulsión de 63 mm, reservorio bajo de 80 m³, tanque elevado de 25 m³ y bomba de 2 HP con altura dinámica total de 26.82 m.c.a., opera dentro de los parámetros normativos de presión y caudal. Socialmente, la configuración con tanque elevado garantiza la continuidad del servicio ante contingencias eléctricas, generando confianza y aceptación en la comunidad, aspectos críticos para la sostenibilidad del proyecto. Económicamente, si bien la inversión inicial es la más alta entre las alternativas, los menores costos operativos y de mantenimiento a largo plazo, derivados de la operación intermitente del equipo de bombeo, compensan parcialmente su inversión y posicionan a esta alternativa como la opción más rentable en el horizonte de vida útil del proyecto.

5.2. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados y la alternativa seleccionada, se recomienda realizar estudios de mecánica de suelos en las ubicaciones de las estructuras para definir el tipo de fundición adecuada.

En cuanto al diseño hidráulico y eléctrico, se recomienda incluir en los diseños eléctricos un sistema de arranque suave tal como un variador de frecuencia, que reduzca los golpes de ariete en la tubería de impulsión y prolongue la vida útil del equipo.

Respecto a la operación, se sugiere establecer un plan de mantenimiento preventivo para el equipo de bombeo con una frecuencia mínima trimestral. De manera complementaria, se recomienda realizar limpieza y desinfección en las estructuras de almacenamiento garantizando calidad microbiológica del agua almacenada.

Además, se recomienda que, se desarrollen estudios complementarios relacionados con el manejo de aguas residuales, aguas pluviales y aguas aluviales, debido a que estas pueden influir directamente en el funcionamiento y la conservación de la red de distribución de agua potable propuesta.

Finalmente, aunque la Alternativa 1 ofrece una autonomía significativa ante cortes de energía, se recomienda elaborar un plan de contingencia que contemple escenarios de fallo prolongado. Este plan debe incluir la identificación de un proveedor local de energía eléctrica o la adquisición de un generador de respaldo que pueda alimentar la bomba durante períodos de emergencia, asimismo, proponerlos en cada sistema y analizar el cambio en la viabilidad de implementación evaluando el impacto de variables como los costos de implementación y mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Maldonado, M. E., Basani, M., & Solís, H. (2019). Prácticas y saberes en la gestión comunitaria del agua para consumo humano y saneamiento en las zonas rurales de Ecuador. *Banco Interamericano de Desarrollo*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>
- Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz, J. (2008). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL Y NO-EXPERIMENTAL. In *Centro De Estudios De Opinion*. <https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio>
- Aguirre, F. (2015). *ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA COMUNIDADES RURALES* (1st ed.). Ediciones UTMACH. www.utmachala.edu.ec
- Albarrán Lidman, L. E. (2019). *EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SHIRAC, SAN MARCOS-CAJAMARCA. PROPUESTA DE MEJORA* [Tesis De Pregrado, Universidad Nacional De Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/>
- Alcantar Alcantar, I., Cano Aguirre, D., Flores Catarino, M., & Olivares Torres, G. (2013). *Investigación y Modelación Geográfica de un Catastro Hidráulico para un Sistema de Agua. aplicado a la red principal de distribución en el municipio de Tepoztlán Morelos* [Tesis De Pregrado, Instituto Politécnico Nacional]. <https://www.ipn.mx/bibliotecas-publicaciones/recursos-digitales/repositorios.html>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (6th ed.). Editorial Episteme.
- Autodesk AutoCAD 2026 | Obtener precios y comprar el software AutoCAD oficial. (n.d.). Retrieved April 24, 2026, from https://www.autodesk.com/latam/products/autocad/overview?mktvar002=6131273|SEM|23688033245|193996981105|aud-2372962917767:kwd-14891210&utm_source=GGL&utm_medium=SEM&utm_campaign=GGL_ACAD_AutoCAD_AMER_MCO_eComm_SEM_BR_RMKT_EX_0000_6131273&utm_id=6131273&utm_term=aud-2372962917767:kwd-14891210&gad_source=1&gad_campaignid=23688033245&gbraid=0AAAAADx7pE1TUMmqovbDvM2rzzY65FIHP&gclid=CjwKCAjwzLHPBhBTEiwABaLsSocjzUcZohV k9UUu_t4zZy5zohBRNdZTELU6dr2dhDaxlZXrzu7RkhoCSTEQA vD_BwE
- Balón Clemente, A. J., & Carrera Ordoñez, T. R. (2025). *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES DE HASTA 1000 HABITANTES*

- [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/13892>
- Barriga Minuche, I. G., & Bernabé Villon, D. J. (2024). *ESTUDIO COMPARATIVO DE EFICIENCIA Y PRECISIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS GNSS RTK, ESTACIÓN TOTAL Y RPAS EN LEVANTAMIENTOS TAQUIMÉTRICOS* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12677>
- Bautista Santillan, J. C., & Pérez Cedeño, J. J. (2024). *DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12685>
- Bernabé Soriano, J. S., & Muñoz De La A, F. S. (2024). *ANÁLISIS DEL MEJORAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE EN LA VÍA SAN MARCOS – SALANGUILLO DEL CANTÓN SANTA ELENA* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12679>
- CEPAL. (2011). Políticas públicas para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas rurales. In *Naciones Unidas*. <https://repositorio.cepal.org/>
- Chávez Melgar, S. I., & Ramírez Layana, N. I. (2022). *Estudios y diseños de la línea de impulsión del sistema de agua potable de la ESPOL* [Tesis De Pregrado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. Repositorio Institucional ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55468>
- Chiquito Sánchez, J. A. (2020). *Diseño de la red de distribución de agua potable de la ciudadela El Mirador del cantón Puerto López* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2729>
- CONAGUA. (2007). *Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable* (Vol. 12). Comisión Nacional Del Agua. www.conagua.gob.mx
- CPE-INEN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. www.pdfactory.com

- CPE-INEN. (1997). *CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*. <https://doi.org/10.07-610>
- Davila, E. (2017). *RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA-HUANCAVELICA* [Tesis De Pregrado, Universidad Peruana De Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/253>
- Guaman Chuma, J. A., & Tarís Tandalla, M. F. (2017). *DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MANGACUZANA, CANTON CAÑAR, PROVINCIA DE CAÑAR* [Tesis De Pregrado, Universidad Nacional De Chimborazo]. Repositorio Institucional UNCH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3546>
- Guanoliquin Navarrete, J. A., & Simbaña Ramírez, J. J. (2023). *REDISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE DE 60 m³ /h PARA LA JUNTA DE AGUA POTABLE CUENDINA UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO-ECUADOR* [Tesis De Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24490>
- Hernández Sampieri, Roberto., & Mendoza Torres, C. Paulina. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Jiménez Teràn, J. M. (2013). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO* [Trabajo De Investigación, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/home>
- Laz Del Pezo, A. O. (2025). *Calidad del agua mediante variables físicas, químicas y biológicas del Río California, Loma Alta, Santa Elena*. [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12919>
- Liriano Ricardo, K., & Zambrano Pilligua, J. (2025). *ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA PLUVIAL PARA LA COMUNA PROSPERIDAD DEL CANTÓN SANTA ELENA* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/13889>
- Llanos Chanta, E. G., & Mera Vargas, L. L. (2020). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable con fines de mejoramiento de la calidad del agua que consumen los pobladores del centro poblado San Juan de Pacayzapa - Alonso de Alvarado – Lamas -*

- San Martín* [Tesis De Pregrado, Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto]. Repositorio Institucional UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/3752>
- Lossio Aricochè, M. M. (2012). *SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CUATRO POBLADOS RURALES DEL DISTRITO DE LANCONES* [Tesis De Pregrado, Universidad De Piura]. Repositorio Institucional UDEP. <https://hdl.handle.net/11042/2053>
- Macias cevallos, A. G. (2024). *Diseño del sistema de agua potable de la lotización Sabando del cantón Pedernales* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6891>
- Mejillones Orrala, E. G. (2024). *ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA ATRAVEZADO, PARROQUIA MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12684>
- Méndez Méndez, I. L., & Ponce Gil, R. A. (2021). *AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO COMERCIAL BUENAVENTURA MORENO DEL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA, CUMPLIENDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ECUADOR, NEC HS CI Y NFPA* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península De Santa]. Repositorio Institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6941>
- Muñoz-Rodríguez, A. J., & Estupiñán Gómez, F. A. (2025). Acueductos rurales basados en la comunidad: una revisión de factores de gestión y administrativos que restringen su funcionamiento. *Bastcorp International Journal*, 4(2), 94–117. <https://doi.org/10.62943/bij.v4n2.2025.314>
- Narváez Cedeño, H., & Velasquez, J. (2024). *DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL RECINTO SAN FRANCISCO DE CHILA DE LA PARROQUIA SAN JACINTO DEL BUA, CANTÓN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS* [Tesis De Pregrado, Universidad Politécnica salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28714>

- NTE-INEN 1108. (2014). NTE INEN 1108 - AGUA POTABLE. REQUISITOS. In *Instituto Ecuatoriano De Normalización*. <https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%201108%20-%20AGUA%20POTABLE.%20REQUISITOS.pdf>
- OMS. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality FOURTH EDITION INCORPORATING THE FIRST ADDENDUM* (4th ed.). World Health Organization.
- OPS/CEPIS/05.161. (2005). GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA POTABLE. In *Organización Panamericana De La Salud*. <https://iris.paho.org/items/ee71f6cd-3cdd-4c7d-a2a5-fab997624792>
- Orellana, J. (2005). Conducción de las Aguas. In *Ingeniería Sanitaria*. Universidad Tecnológica Nacional.
- Paredes Ponluisa, E. M. (2020). *ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE RUMICHACA PERTENECIENTE A LA PARROQUIA EL ROSARIO DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA* [Tesis De Pregrado, Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31271>
- Peñañiel calle, L. V., & Pesantez Lozano, J. F. (2024). *DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG* [Tesis De Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27331>
- Petro Niebles, A. K., & Wees Martínez, T. D. C. (2014). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL MUNICIPIO DE TURBACOBOLÍVAR, CARIBE COLOMBIANO* [Tesis De Pregrado, Universidad Tecnológica De Bolívar]. Repositorio Institucional UTB. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/1725>
- Pinilla-Rodríguez, D. E., & Torres-Sánchez, Y. A. (2019). Public social expenditure, access to drinking water and sanitation for rural populations in Latin America. *Problemas Del Desarrollo*, 50(196), 55–81. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2019.196.63499>
- Plua Quevedo, R. A. (2019). *Diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad Casas Viejas de la Parroquia Pedro Pablo Gómez del cantón Jipijapa* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1707>

- Quezada López, C. B. (2023). *Estudio de factibilidad para la implementación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico para las comunidades rurales Pilar de Achotes, Chombos y Piñas de las parroquias Paletillas y Bolaspamba, cantón Zapotillo, provincia de Loja* [Tesis De Posgrado, Universidad Técnica Particular De Loja]. Repositorio Institucional UTPL.
<https://bibliotecautpl.utpl.edu.ec/cgi-bin/abnetclwo?ACC=DOSEARCH&xsqf99=134674.TITN>.
- Rodríguez-Procel, W., & Muñoz, H. B. (2021). Hydraulic modeling and calibration of drinking water distribution networks. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 12(4), 1–41.
<https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2021-04-01>
- Ruiz Alania, E. Y. (2022). *Análisis fisicoquímico y microbiológico de la calidad del agua para consumo humano del Centro Poblado de Buena Vista, Distrito De Pozuzo, Provincia De Oxapampa - Perú, 2021*. [Tesis De Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. repositorio Institucional UNDAC.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2606>
- Siguencia Fajardo, R. V. (2020). *DISEÑO DE LA CAPTACIÓN Y RESERVORIO DEL SISTEMA DE AGUA PARA LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI*. [Tesis De Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19397>
- Silva García, C. A. (2026). *Diseño del sistema de agua potable de la urbanización Loma Alta Condominio Club-Piura Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil* [Tesis De Pregrado, Universidad De Piura]. Repositorio Institucional UDEP.
<https://www.udep.edu.pe/biblioteca/recursos-de-informacion/repositorio-pirhua/>
- Vierendel. (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado* (4th ed.).
- Villanueva Rosales, D. M. (2022). *Diseño y análisis hidráulico de la red general para un sistema de protección contra incendios por agua de una planta papelera de productos tissue*.
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723–9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- WaterCAD, el software para obras hidráulicas - EADIC*. (n.d.). Retrieved April 24, 2026, from <https://eadic.com/blog/entrada/watercad-el-software-para-obras-hidraulicas/>

- Zambrano Vera, J. C. (2024). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector Higuerón Afuera del cantón Portoviejo* [Tesis De Pregrado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7732>
- Zambrano Zambrano, M. F. (2019). *Estimación de pérdidas de carga en tuberías a presión mediante un modelo hidráulico de laboratorio* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1735>

ANEXOS

Anexo 1

Levantamiento topográfico



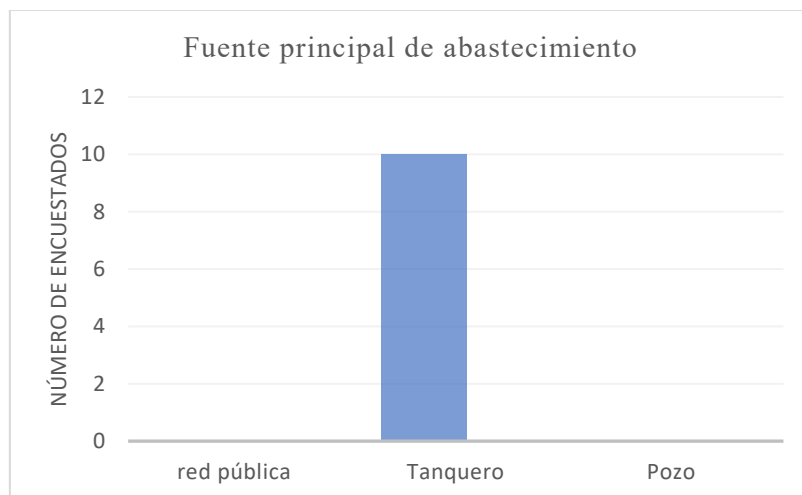
Anexo 2

Resultados y tabulación de las encuestas social y económica

Análisis social

1. Cuál es su fuente principal de abastecimiento de agua?

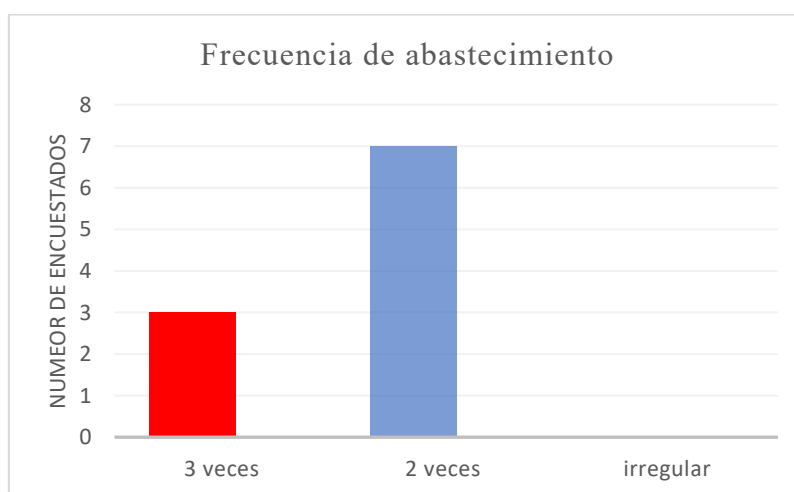
opción	Número de encuestados
red pública	0
tanquero	10
pozo	0
total	10



El análisis de la fuente principal de agua indica que todos los encuestados se abastecen mediante tanquero.

2. Cuál es la frecuencia de abastecimiento de agua en la semana?

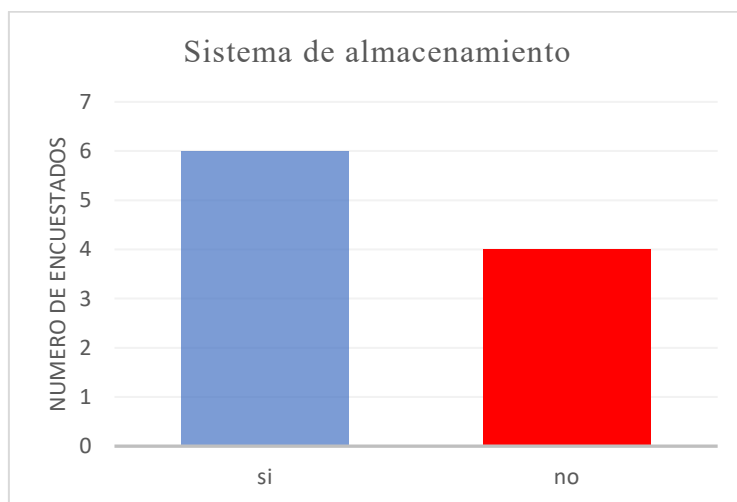
opción	Número de encuestados
3 veces	3
2 veces	7
irregular	0
total	10



El análisis de la frecuencia de abastecimiento de agua en la semana muestra que de un total de 10 encuestados, 7 se abastecen 2 veces a la semana. por otro lado, 3 encuestados prefieren ser abastecidos 3 veces a la semana.

3. Dispone de sistema de almacenamiento de agua en la vivienda?

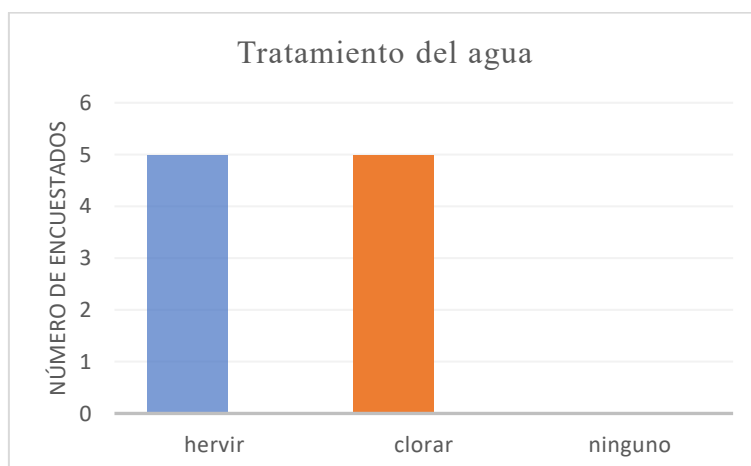
opción	Número de encuestados
si	6
no	4
Total	10



El análisis de sistema de almacenamiento de agua en la vivienda revela que 6 de los 10 encuestados si cuentan con un sistema de almacenamiento, el cual es mediante cisterna. En cambio, 4 encuestados no cuentan con un sistema.

4. Cuál es el tratamiento que realiza al agua antes del consumo?

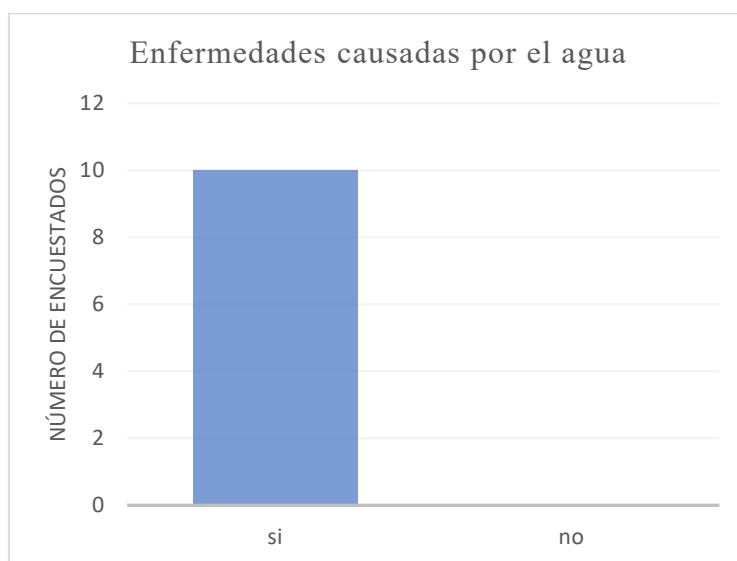
opción	Número de encuestados
hervir	5
clorar	5
ninguno	0
Total	10



El análisis de tratamiento que realiza al agua antes del consumo muestra que de los 10 encuestados, 5 hierven el agua antes del consumo y los otros 5 prefieren clorarla.

5. Algún miembro del hogar presento enfermedades asociadas al consumo de agua?

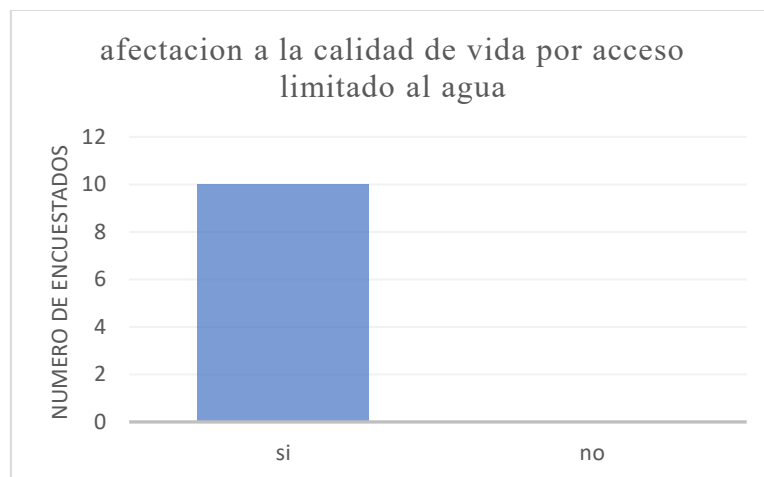
opción	Número de encuestados
si	10
no	0
Total	10



El análisis de enfermedades causadas al consumo de agua revela que al menos 1 miembro de la familia de los encuestados ha presentado problemas por el consumo de agua no tratada.

6. Considera que el acceso limitado al agua afecta la calidad de vida de su familia?

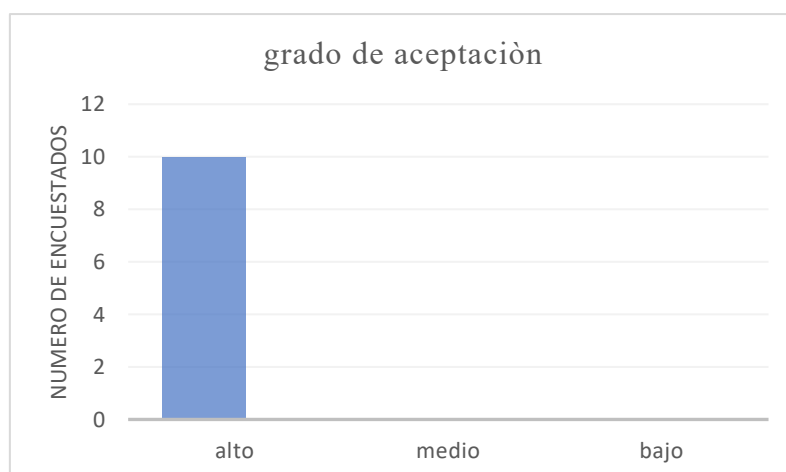
opción	Número de encuestados
si	10
no	0
Total	10



El análisis del acceso limitado al agua potable afecta la calidad de vida de su familia nos muestra que todos los encuestados consideran que no acceder al agua potable si afecta la calidad de vida de sus familias.

7. Cuál es su grado de aceptación respecto a la implementación de un sistema de agua potable?

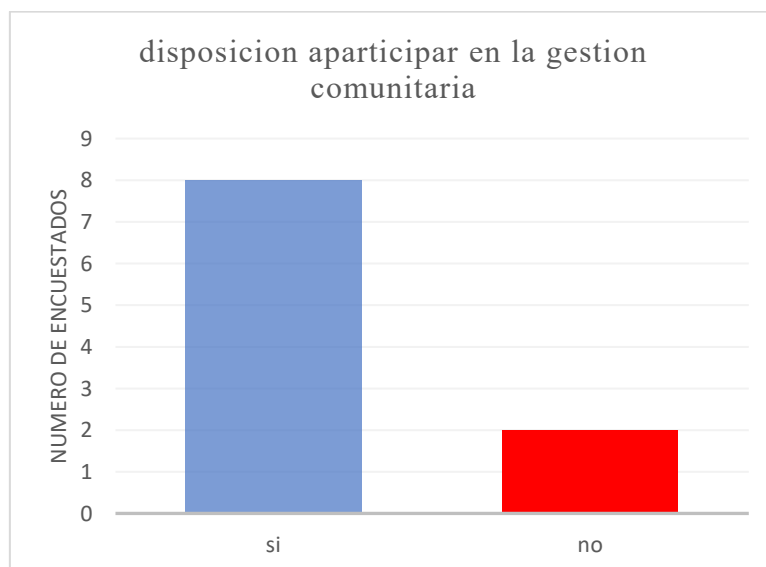
opción	Número de encuestados
alto	10
medio	0
bajo	0
Total	10



El análisis del grado de aceptación de la implementación de un sistema de agua potable muestra que todos los encuestados presentan un alto grado de aceptación.

8. Esta dispuesto a participar en la gestión comunitaria del sistema de agua potable?

opción	Número de encuestados
si	8
no	2
Total	10

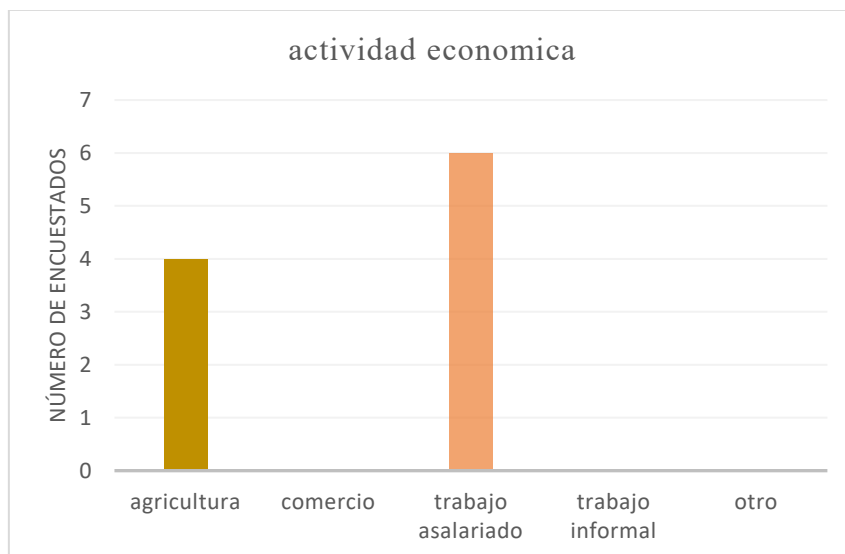


El análisis de la disposición de participar en la gestión comunitaria nos muestra que de los encuestados 8 están dispuestos a participar. En cambio, 2 no están dispuestos a participar.

Análisis económico

1. Actividad económica principal del jefe de hogar?

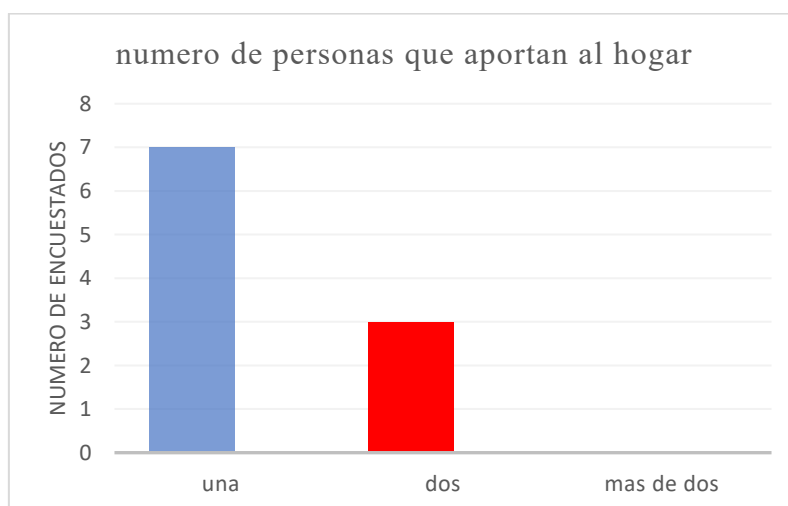
opción	Número de encuestados
agricultura	4
comercio	0
trabajo asalariado	6
trabajo informal	0
otro	0
total	10



El análisis de la actividad económica principal nos revela que del total de encuestas trabajan en empresas que les brinda un salario mensual, por otro lado, 4 se dedican a la agricultura mediante una hacienda bananera ubicada en la comuna Juan Montalvo.

2. Cuantas personas aportan ingresos al hogar?

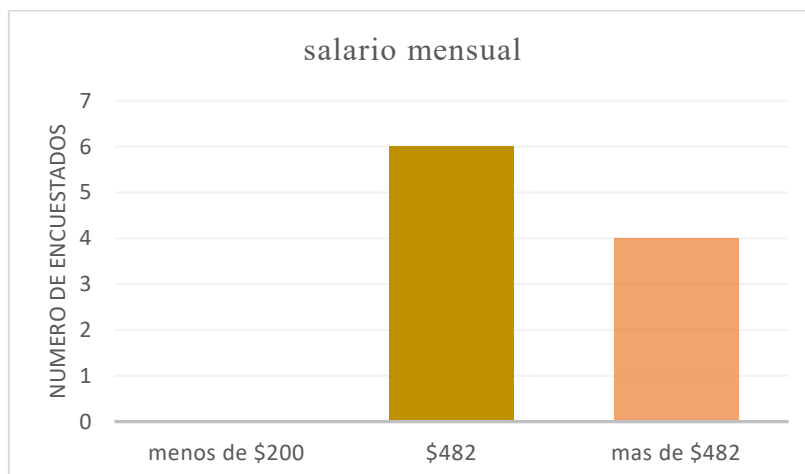
opción	Número de encuestados
una	7
dos	3
más de dos	0
Total	10



El análisis del número de personas que aportan al hogar indica que 7 del total de encuestados son los encargados de aportar de manera individual, mientras que 3 mencionaron que aparte de ellos otro miembro aporta.

3.Cuál es su ingreso mensual aproximado del hogar?

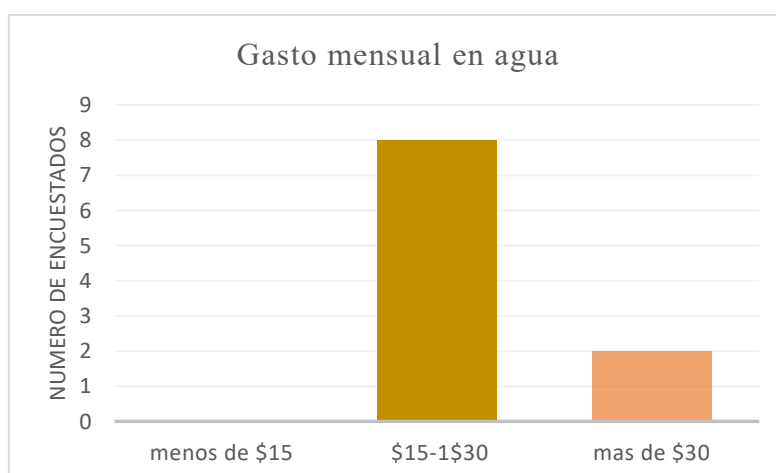
opción	Número de encuestados
menos de \$200	0
\$482	6
más de \$482	4
Total	10



El análisis de ingreso mensual nos muestra que del total de encuestados, 6 reciben el sueldo básico equivalente en el Ecuador. por otro lado, 4 de ellos mencionan que reciben un bono extra.

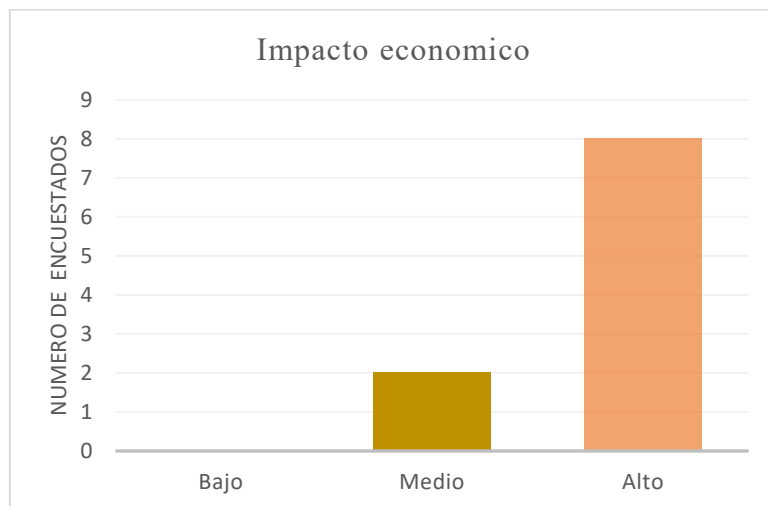
4. Cuál es el gasto mensual actual en abastecimiento de agua?

opción	Número de encuestados
menos de \$15	0
\$15-1\$30	8
más de \$30	2
Total	10



5. Como considera el impacto económico del gasto actual en agua?

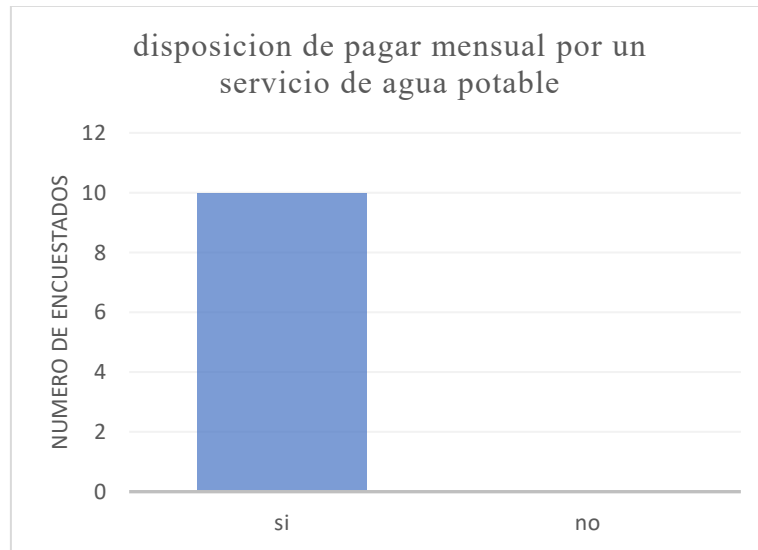
opción	Número de encuestados
Bajo	0
Medio	8
Alto	2
Total	10



El análisis del impacto económico del gasto actual en agua nos indica que del total de encuestados, 8 consideran un alto impacto económico poder abastecerse de agua. Por otro lado, 2 mencionan que los consideran un nivel medio en su economía.

6. Estaría dispuesto a pagar mensual por un servicio continuo de agua potable?

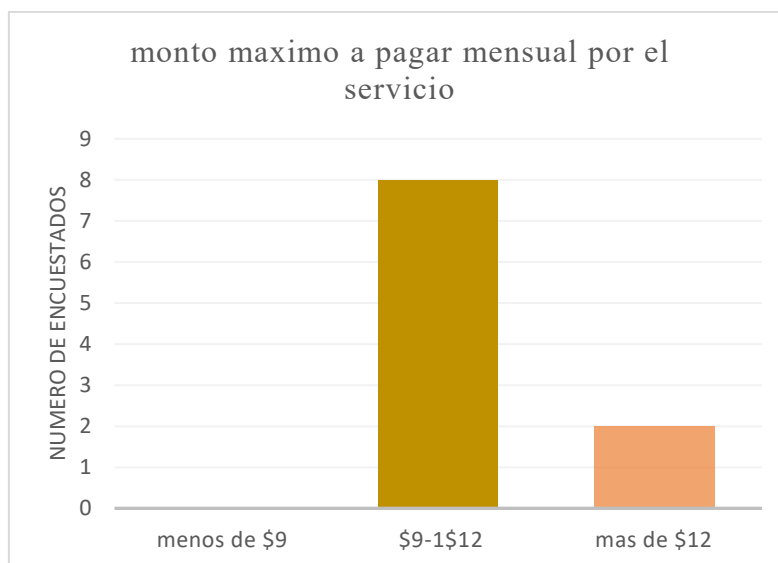
opción	Número de encuestados
si	10
no	0
Total	10



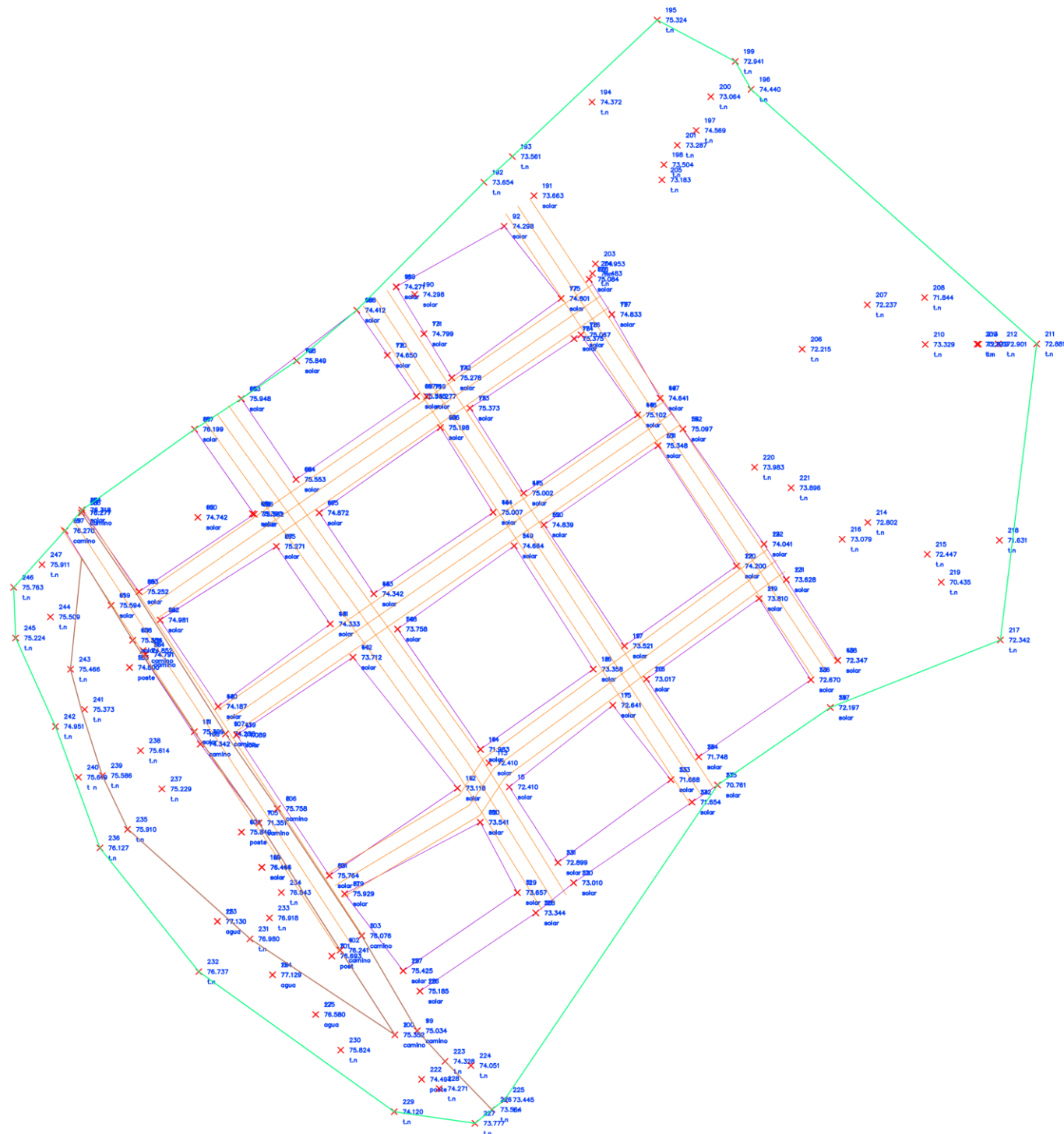
El análisis de la disposición a pagar mensual por un servicio de agua potable nos muestra que todos los encuestados están dispuestos a pagar mensualmente.

7.Cuál es el monto máximo que estaría dispuesto a pagar mensualmente?

opción	Número de encuestados
menos de \$9	0
\$9-1\$12	8
más de \$12	2
Total	10



El análisis del monto máximo que estaría dispuesto a pagar mensualmente nos muestra que del total de encuestados, 8 están dispuestos a cancelar entre \$9-\$12 al mes. en cambio, 2 dicen que se no le importaría pagar más de \$12.



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE
SANTA ELENA



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA—COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANÁLISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDADELA "LAS
AMÉRICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

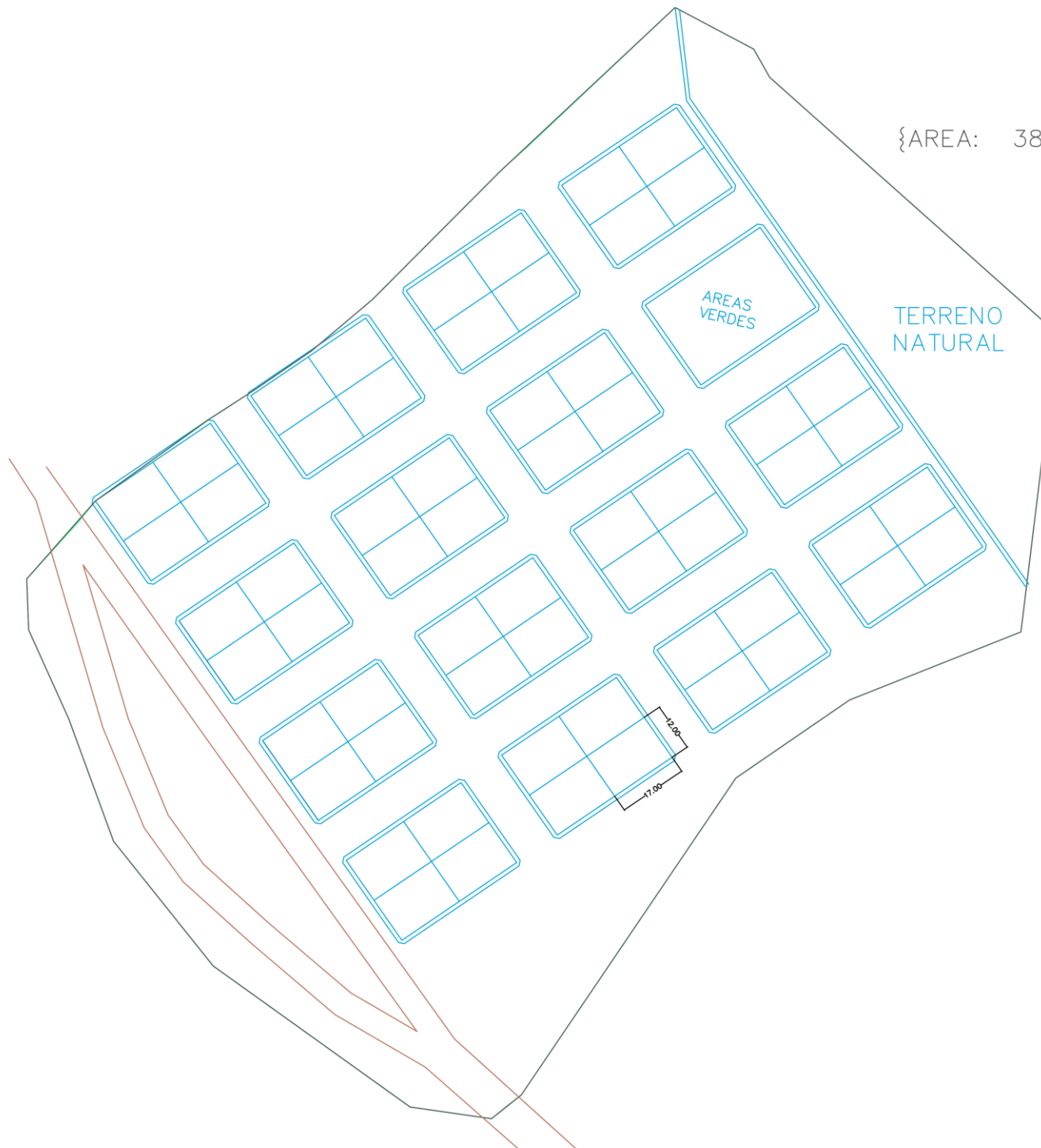
CONTIENE:

LEVANTAMIENTO
TOPOGRAFICO Y
CURVAS DE NIVEL
DE CIUDADELA LAS
AMERICAS

ESCALA:
1:1000

FECHA:
23/06/26

LAMINA:
A3



{AREA: 38712.286 m²

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE
SANTA ELENA



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA—COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANÁLISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDADELA "LAS
AMÉRICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

CONTIENE:

ÁREA TOPOGRÁFICA
Y ÁREA DELIMITADA
POR MANZANAS DE
LA CIUDADELA LAS
AMÉRICAS

ESCALA:
1:1000

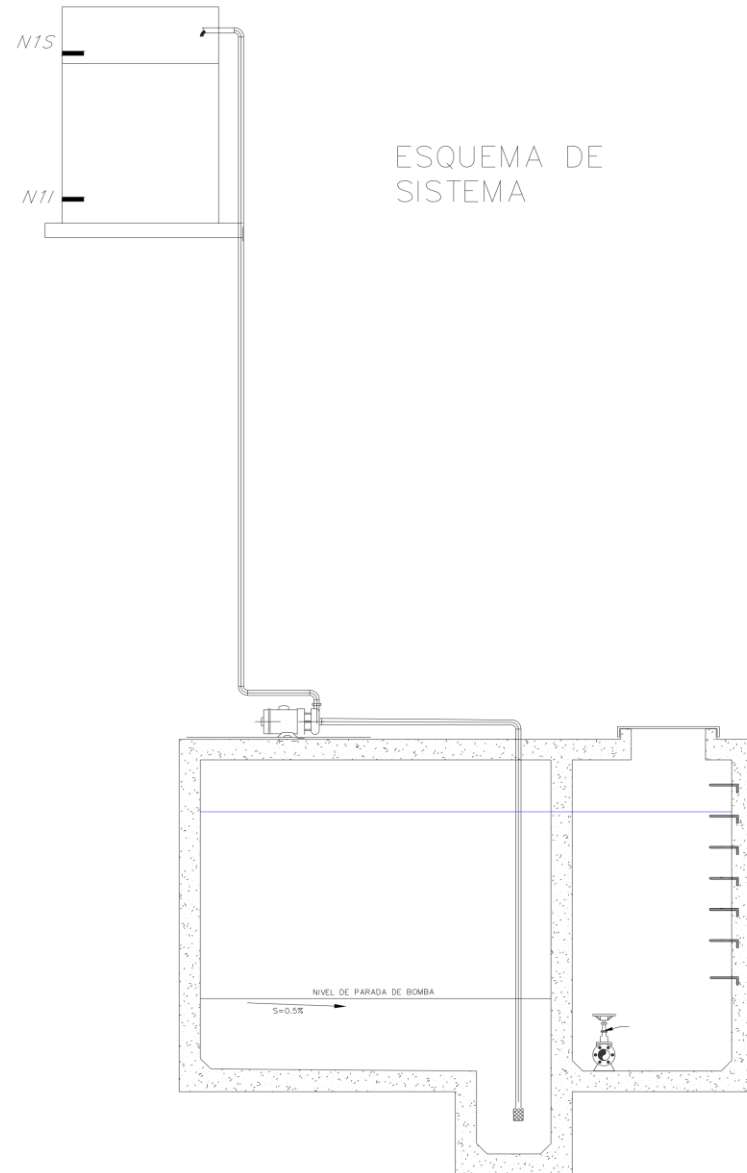
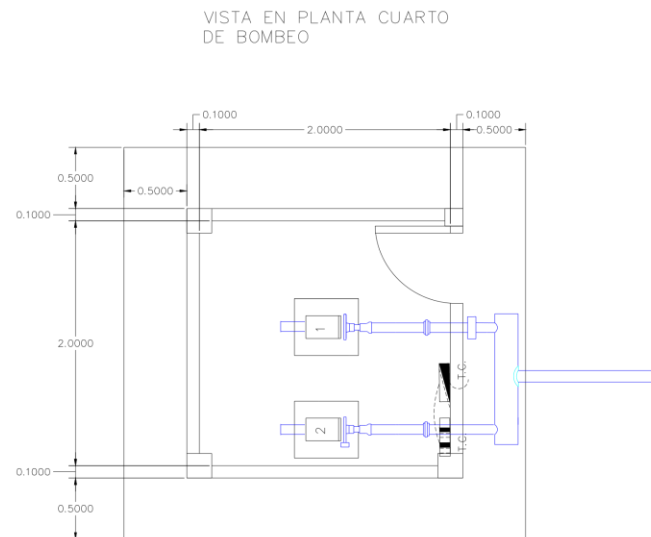
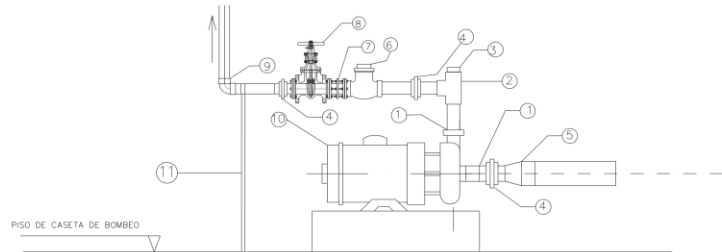
FECHA:
23/06/26

LAMINA:

118

A3

#	DESCRIPCIÓN
1.00	UNION FLEXIBLE 2" ROSCABLE
2.00	TEE DE ACERO 2"
3.00	TAPON DE CEBADO 2"
4.00	UNIÓN UNIVERSAL AC. INOXIDABLE 2"
5.00	REDUCTOR GALVANIZADO 2 1/2" X 2"
6.00	VÁLVULA CHECK B-B DE HF Ø50 DN, PN10
7.00	JUNTA DE DESMONTAJE Ø50 DN
8.00	VÁLVULA DE COMPUERTA B-B DE HF Ø50 DN, PN10
9.00	CODO DE 90° ACERO
10.00	BOMBA CENTRÍFUGA TRIFÁSICA 2 HP
11.00	SOPORTE PARA TUBERÍA



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE
SANTA ELENA



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA-COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANÁLISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDELA "LAS
AMÉRICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

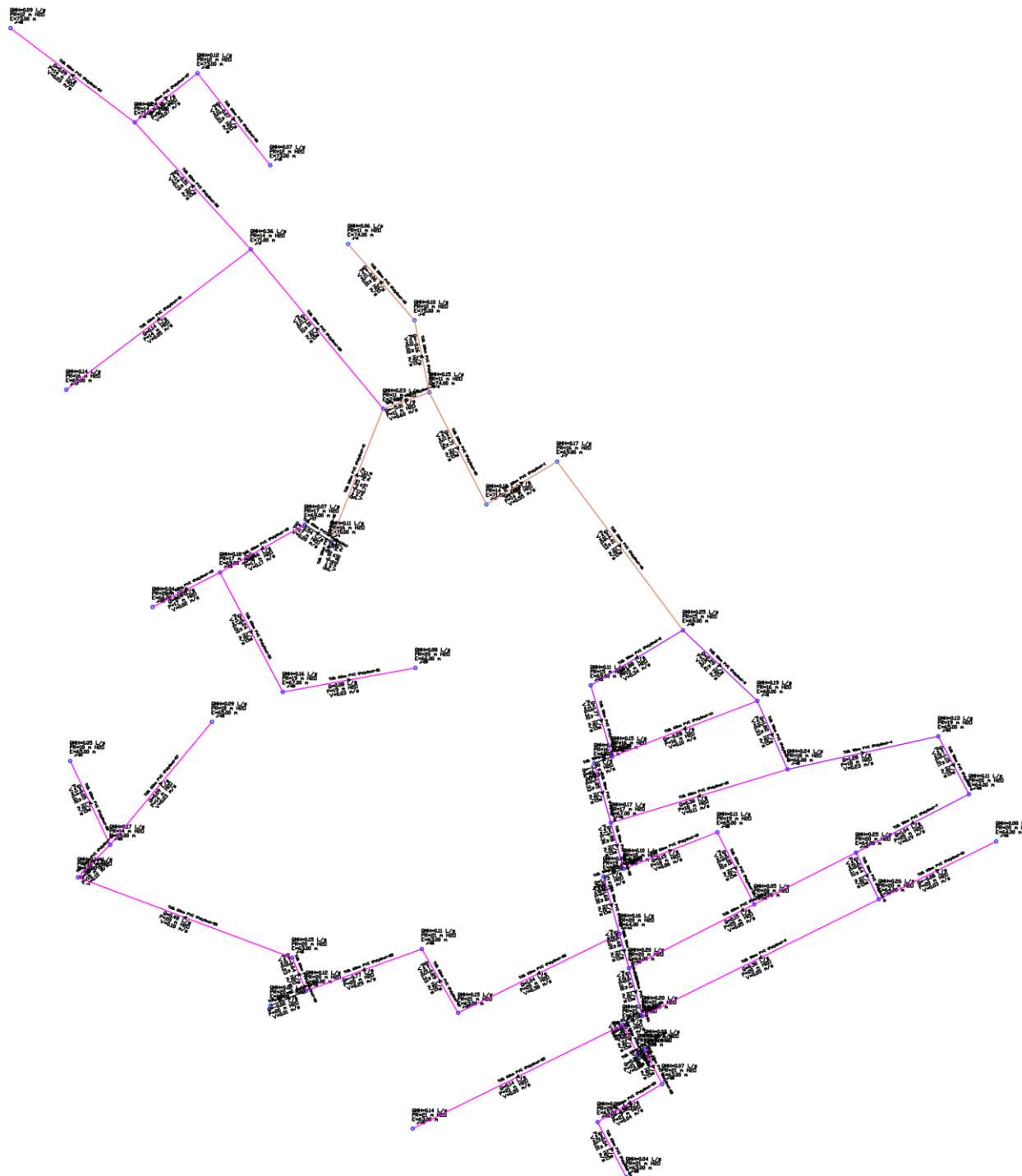
CONTIENE:

ESQUEMA Y CUARTO
DE BOMBEO- PRIMER
ALTERNATIVA DE
SISTEMA

ESCALA:
N/A

FECHA:
23/06/26

LAMINA 19
A3



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE
SANTA ELENA



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA-COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANALISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDADELA "LAS
AMÉRICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

CONTIENE:

DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE.
ALTERNATIVA 1.

ESCALA:
1:1000

FECHA:
23/06/22

110

LAMINA:

A3



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA-COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANALISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDADELA "LAS
AMÉRICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

CONTIENE:

DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE.
ALTERNATIVA 1.

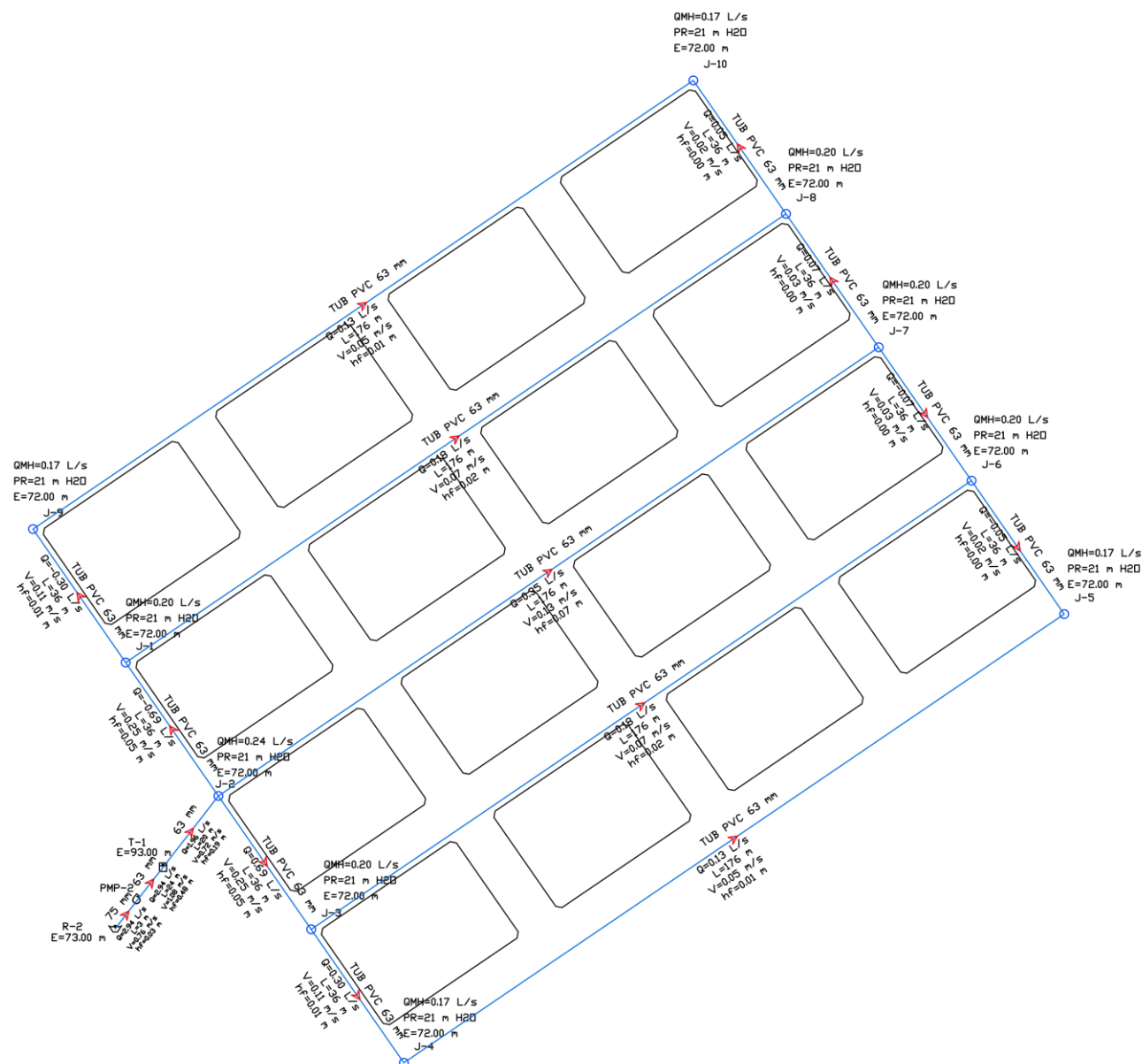
ESCALA:
1:1000

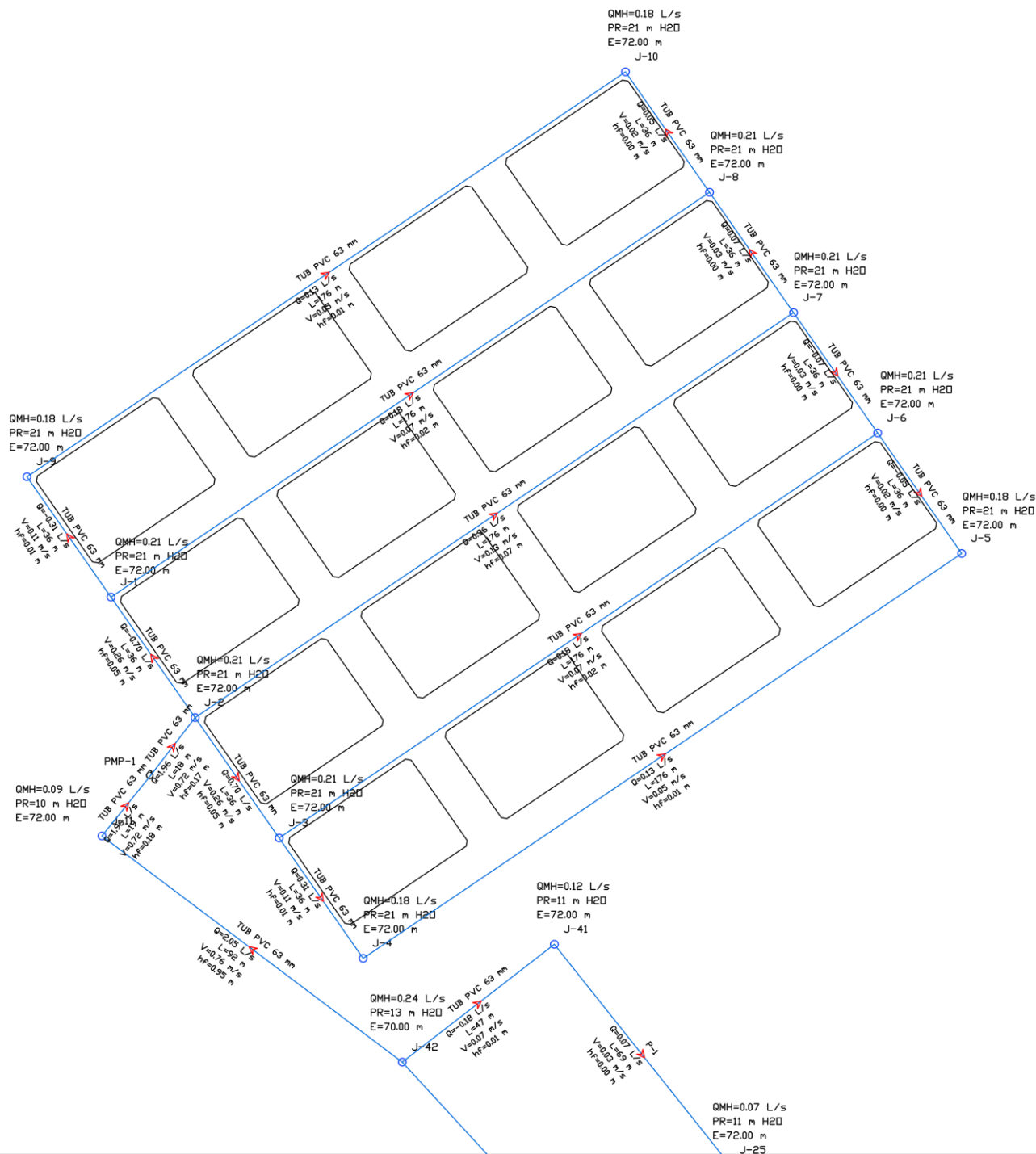
FECHA:
23/06/22

LAMINA:

121

A3





UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE
SANTA ELENA



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA-COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANALISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDADELA "LAS
AMÉRICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

CONTIENE:

DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE.
ALTERNATIVA 2.

ESCALA:
1:1000

FECHA:
23/06/22

LAMINA: 122
A3



DOCENTE TUTOR:

ING. RICHARD
RAMIREZ PALMA

ALUMNOS:

LUIS REYES B.
JOSTIN GONZALEZ A.

UBICACION:

PROVINCIA: SANTA
ELENA-COMUNA JUAN
MONTALVO

PROYECTO:

ANALISIS DE
FACTIBILIDAD DEL
SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA
CIUDADELA "LAS
AMERICAS" DE LA
COMUNA JUAN
MONTALVO

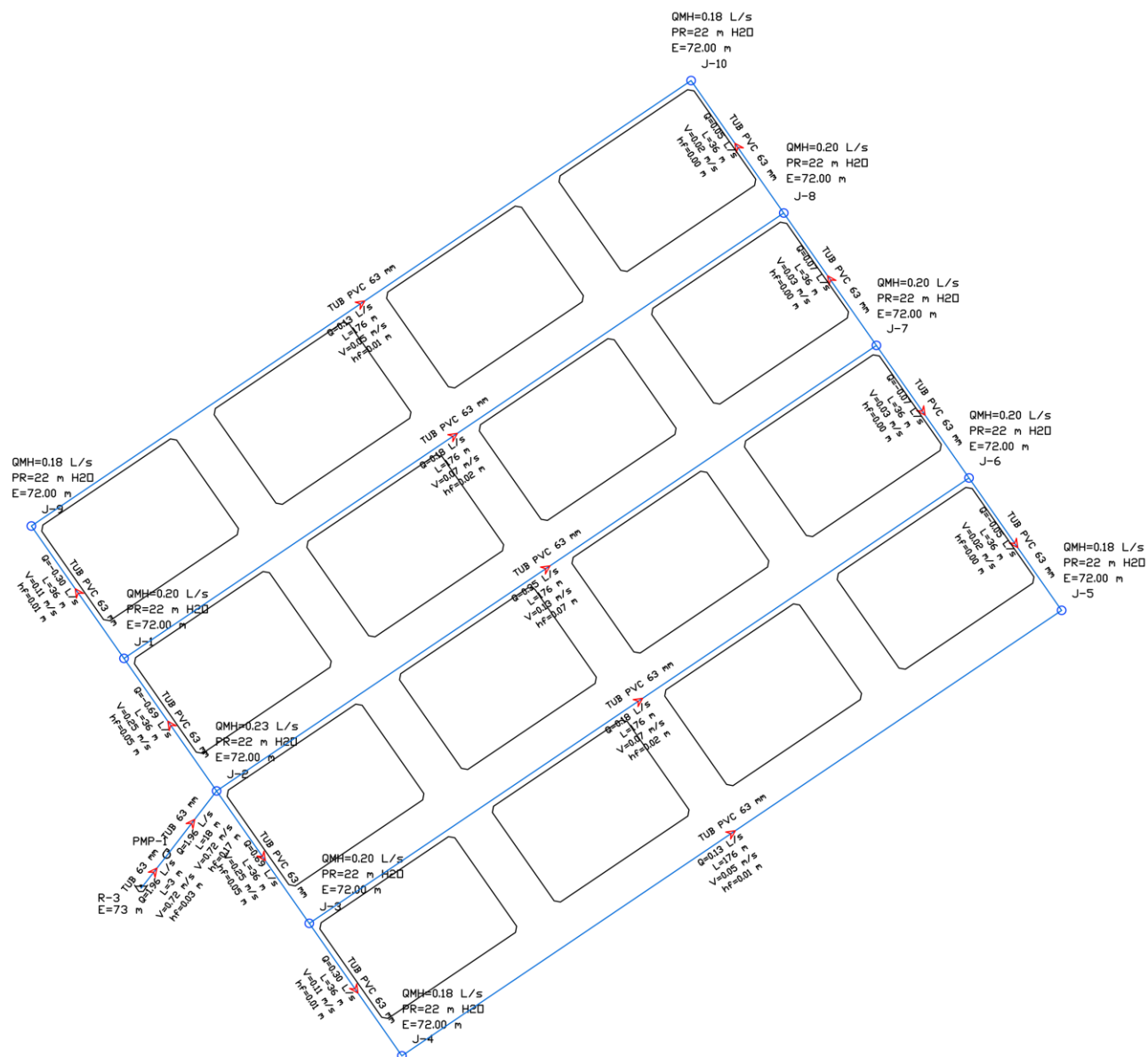
CONTIENE:

DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE.
ALTERNATIVA 3.

ESCALA:
1:1000

FECHA:
23/06/22

LAMINA: 123
A3



ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro: CASETA DE GUARDIANIA
 Fecha:
 Unidad: u
 Rendimiento: 0.04
 U/HR

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.03
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	0.030

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		2.00	4.34	8.68	0.35
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		0.25	4.87	1.22	0.05
Carpintero		1.00	4.39	4.39	0.180
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL N	0.580

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Limpieza y desbroce		m2	9.000	0.28	2.520
tabla semidura 8m para muros		u	27.00	5.46	147.42
Puerta de madera semidura		u	2.00	5.46	10.92
Bisagras, chapas, cerraduras		glb	1.00	20.00	20.00
Ventana de madera semidura		u	1.00	5.46	5.46
Clavos		kg	12.00	1.50	18.00
Lamina de zinc		m2	14.60	8.10	118.26
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	322.580

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	323.190
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	32.320
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	32.320
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	17.780
COSTO TOTAL DEL RUBRO	405.610
VALOR PROPUESTO	405.610

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro: TRAZADO Y REPLANTEO
Fecha: MARZO 2024

Unidad: M2
Rendimiento: 0.0800
U/HR

A. EQUIPOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
	A	B	C=AxB	D=CxR
Teodolito	1.000	3.000	3.000	0.240
Nivel	1.000	3.000	3.000	0.240
Herramientas Menoras (5%M/O)				0.064
			PARCIAL M	0.544

B. MANO OBRA.-				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=AxB	D=CxR
Topógrafo 2: Título exper. Mayor a 5 años (Estr. Oc. C1)	1.000	4.870	4.870	0.390
Peón	2.000	4.340	8.680	0.694
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.500	4.870	2.435	0.195
			PARCIAL N	1.279

C. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tiras	UNIDAD	0.030	1.850	0.056
Cuartones	UNIDAD	0.020	4.500	0.090
Cal	saco	0.010	7.290	0.073
Clavos de acero 1/2"	kg	0.030	1.700	0.051
			PARCIAL O	0.269

D. TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
			PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	2.092
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	0.209
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	0.209
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	0.115
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.626
VALOR PROPUESTO	2.626

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

		Unidad:	ML.
Rubro:	SUMINISTRO E INTALACION DE TUBERIA PVC U/Z 0.8 MPA Ø 63 mm	Rendimiento:	0.27
Fecha		U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.21
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	0.210

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		2.00	4.34	8.68	2.31
Gasfitero		1.00	4.39	4.39	1.17
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		0.50	4.87	2.44	0.65
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL N	4.130

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Tuberia PVC UZ D=63 mm 0.8 mpa		ml	1.05	2.91	3.06
Kalipega 250 cc		u	0.01	4.88	0.03
Polilimpia 125 cc		u	0.01	3.07	0.04
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	3.130

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
Flete camion 3.5 t		viaje	0.005	30.000	0.15
				PARCIAL P	0.150

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	7.620
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	0.760
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	0.760
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	0.420
COSTO TOTAL DEL RUBRO	9.560
VALOR PROPUESTO	9.560

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Unidad: U
Rubro: MACRO MEDIDOR ULTRASONICO DE 2"
Rendimiento:
Fecha: **U/HR**

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
-					-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
PARCIAL M					-

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
PARCIAL N					-

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Macromedidor ultrasónico 2"		u	1.00	799.18	799.180
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
PARCIAL O					799.180

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
PARCIAL P					-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	799.180
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	79.920
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	-
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	43.950
COSTO TOTAL DEL RUBRO	923.050
VALOR PROPUESTO	923.050

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO
 Fecha: may-26
 Unidad: M3.
 Rendimiento: 0.27
 U/HR

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.20
Compactador manual (plancha)		1.000	3.75	3.75	1.000
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	1.200

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		3.00	4.23	12.69	3.39
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		0.50	4.75	2.38	0.63
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL N	4.020

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	-

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	5.220
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	0.520
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	0.520
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	0.290
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.550
VALOR PROPUESTO	6.550

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

		Unidad:	ML.
Rubro:	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC	Rendimiento:	0.40
	U/Z 1.0 MPA Ø 75 mm		
Fecha	jun-26	U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.30
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
				PARCIAL M	0.300

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		2.00	4.23	8.46	3.38
Gasfitero		1.00	4.28	4.28	1.71
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		0.50	4.75	2.38	0.95
-			-	-	-
-			-	-	-
				PARCIAL N	6.040

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Tuberia PVC UZ D=90 mm 0.80 mpa		ml	1.05	5.34	5.61
Kalipega 250 cc		u	0.01	4.88	0.04
Polilimpia 125 cc		u	0.02	3.07	0.06
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
-		-		-	-
				PARCIAL O	5.710

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	12.050
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	1.210
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	1.210
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	0.660
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.130
VALOR PROPUESTO	15.130

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro: REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE f'c= 140 Kg/cm2 e=0,05 M
(INCLUYE ENCOFRADO)

Fecha jun-26

Unidad: M2

Rendimiento: 0.10

U/HR

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.16
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
				PARCIAL M	0.160

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		4.00	4.34	17.36	1.74
Albañil		1.00	4.39	4.39	0.44
Carpintero		1.00	4.39	4.39	0.44
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		1.00	4.87	4.87	0.49
-			-	-	-
				PARCIAL N	3.110

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Homigon Simple F'c=140 Kg/cm2		m3	0.050	111.07	5.550
Encofrado		u	0.25	6.70	1.68
Gasolina		galon	0.20	3.12	0.62
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	7.850

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	11.120
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	1.110
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	1.110
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	0.610
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.950
VALOR PROPUESTO	13.950

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro:	HORMIGÓN SIMPLE f'c= 280 Kg/cm2 (Incluye Encofrado)	Unidad:	M3
Fecha	jun-26	Rendimiento:	1.60
		U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					3.87
Concretera		1.000	4.38	4.38	7.010
Vibrador		1.000	3.50	3.50	5.600
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	16.480

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		8.00	4.34	34.72	55.55
Albañil		1.00	4.39	4.39	7.02
Carpintero		1.00	4.39	4.39	7.02
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		1.00	4.87	4.87	7.79
-		-	-	-	-
				PARCIAL N	77.380

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Cemento	saco		8.250	7.80	64.350
Arena Gruesa	m3		0.65	22.61	14.70
Agua	m3		0.18	1.08	0.19
Piedra 3/4"	m3		0.95	25.00	23.75
Tablas	u		4.00	5.50	22.00
Cuartones	u		3.00	4.50	13.50
Tiras	u		1.00	1.85	1.85
Clavos de acero 1/2"	kg		1.00	1.70	1.70
Aditivo curador de hormigón	galon		0.14	4.50	0.63
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	142.670

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	236.530
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	23.650
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	23.650
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	13.010
COSTO TOTAL DEL RUBRO	296.840
VALOR PROPUESTO	296.840

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro:	SUMINISTRO E INSTALACION DE TANQUE ELEVADO	Unidad:	U
Fecha		Rendimiento:	0.01
		U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					-
Andamios		8.000	0.35	2.80	0.040
Concretera		6.000	4.38	26.28	0.330
Vibrador		4.000	3.50	14.00	0.180
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	0.550

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		0.38	4.34	1.63	0.02
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		0.13	4.87	0.61	0.01
Ayudante de albañil		0.13	4.34	0.54	0.01
Fierrero		0.25	4.39	1.10	0.01
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL N	0.050

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Hormigon simple f'c=280 kg/cm2 incluye encofrado	m3		10.20	296.84	3.027.77
Acero de refuerzo	kg		840.00	1.80	1.512.00
Tapa metalica	u		1.00	150.00	150.00
Tuberia 90 mm para desagüe	ml		1.00	5.34	5.34
Valvula de compuerta 75 mm	u		1.00	550.00	550.00
Tuberia 63 mm para ventilación	ml		1.00	2.91	2.91
Impermeabilizante sika 4kg	u		12.00	12.75	153.00
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	5401.02

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
Camión mixer mezclador de hormigón	u		1.00	40.00	40.00
				PARCIAL P	40.000

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	5.441.620
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	544.160
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	544.160
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	299.290
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.829.230
VALOR PROPUESTO	6.829.230

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

		Unidad:	U
Rubro:	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA TRIFASICA 2 HP PEDROLLO	Rendimiento:	2.67
Fecha	U/HR		

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					2.31
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
				PARCIAL M	2.310

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		1.00	4.34	4.34	11.57
Ayudante de plomero		1.00	4.34	4.34	11.57
Gasfitero		1.00	4.39	4.39	11.70
Electricista		1.00	4.28	4.28	11.41
-			-	-	-
				PARCIAL N	46.250

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Bomba centrifuga trifasica 2 hp 2x2"		u	2.00	588.72	1.177.44
Valvula de compuerta 2"		u	2.00	92.55	185.10
Union universal 2"		u	2.00	13.74	27.48
Union flexible 2"		u	2.00	1.93	3.86
Valvula check red white 2"		u	2.00	34.19	68.38
Conectores electricos		u	1.00	8.00	8.00
Gabinete eléctrico/tablero		u	1.00	150.00	150.00
Codo 90°		u	1.00	7.31	7.31
				PARCIAL O	1627.57

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
-				-	-
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	1.676.130
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	167.610
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	167.610
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	92.190
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.103.540
VALOR PROPUESTO	2.103.540

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro:	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA TRIFASICA 1.5 HP PEDROLLO	Unidad:	U
Fecha		Rendimiento:	0.03
		U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.04
Andamios		0.300	0.35	0.11	-
Concretera		0.500	4.38	2.19	0.070
Vibrador		0.300	3.50	1.05	0.030
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	0.140

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		2.00	4.34	8.68	0.27
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		1.00	4.87	4.87	0.15
Ayudante de albañil		1.00	4.34	4.34	0.13
Fierrero		1.00	4.39	4.39	0.14
Encofrador		1.00	4.39	4.39	0.14
Mampostero		1.00	4.39	4.39	0.14
Electricista		1.00	4.39	4.39	0.14
				PARCIAL N	0.830

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Hormigon simple f'c=210 kg/cm2 incluye encofrado	m3	0.73	225.42	163.65	
Acero de refuerzo	kg	73.00	1.80	131.40	
Puerta metalica con marco	u	1.00	180.00	180.00	
Ventana de aluminio 1x1	u	1.00	120.00	120.00	
Paredes de bloque	m2	21.79	19.05	415.10	
Teja de zinc 10mx 2m	u	2.00	20.00	40.00	
Estructura metálica para cubierta 2"	u	4.00	60.00	240.00	
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	1290.15

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
Camion mediano	viaje	2.00	25.00	50.00	
				PARCIAL P	50.000

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	1.341.120
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	134.110
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	134.110
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	73.760
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.683.100
VALOR PROPUESTO	1.683.100

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Unidad: U

Rubro: SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA 1 HP PEDROLLO

Rendimiento: 2.67

Fecha

U/HR

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					2.31
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
-			-	-	-
				PARCIAL M	2.310

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		1.00	4.34	4.34	11.57
Ayudante de plomero		1.00	4.34	4.34	11.57
Gasfitero		1.00	4.39	4.39	11.70
Electricista		1.00	4.28	4.28	11.41
-			-	-	-
				PARCIAL N	46.250

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Bomba centrifuga trifasica 1 hp cp 150 pedrollo 1x1"	u		2.00	343.06	686.12
Valvula de compuerta 1"	u		2.00	26.11	52.22
Manometro	u		2.00	14.75	29.50
Union universal 1"	u		2.00	4.45	8.90
Union flexible 1"	u		2.00	0.43	0.86
Valvula check red white 1"	u		2.00	33.40	66.80
Conectores electricos	u		2.00	8.00	16.00
Gabinete eléctrico/tablero	u		2.00	150.00	300.00
-			-	-	-
				PARCIAL O	1160.40

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
-			-	-	-
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	1.208.960
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	120.900
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	120.900
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	66.490
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.517.250
VALOR PROPUESTO	1.517.250

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro:	CASETA DE BOMBEO	Unidad:	U
Fecha		Rendimiento:	0.04
		U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.05
Retroexcavadora		0.250	25.00	6.25	0.250
Concretera		0.500	4.38	2.19	0.090
Vibrador		0.500	3.50	1.75	0.070
-		-	-	-	-
PARCIAL M					0.460

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		2.00	4.34	8.68	0.35
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		1.00	4.87	4.87	0.19
Ayudante de albañil		1.00	4.34	4.34	0.17
Fierrero		1.00	4.39	4.39	0.18
Encofrador		1.00	4.39	4.39	0.18
-		-	-	-	-
PARCIAL N					1.07

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Hormigon f'c=280 kg/cm2 incluye encofrado		m3	4.61	296.84	1.368.43
Ventana		u	1.00	120.00	120.00
Puerta metalica		u	1.00	200.00	200.00
Acero de Refuerzo		kg	340.00	1.80	612.00
Arena gruesa		m3	1.41	22.61	31.88
Arena fina		m3	0.13	20.00	2.60
Excavación		m3	6.40	12.00	76.80
Lámina Eternit fibrocemento 3.05x0.95 m		u	6.00	25.00	150.00
Bloque de hormigón		u	516.00	8.96	4.623.36
-		-	-	-	-
PARCIAL O					7185.07

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
Camión mediano		viaje	2	25.00	50.00
PARCIAL P					50.000

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	7.236.600
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	723.660
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	723.660
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	398.010
COSTO TOTAL DEL RUBRO	9.081.930
VALOR PROPUESTO	9.081.930

Rubro: SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA TRIFASICA 1 HP PEDROLLO
 Fecha: Unidad: U
Rendimiento: 2.67
U/HR

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					2.31
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
-		-	-	-	-
				PARCIAL M	2.310

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		1.00	4.34	4.34	11.57
Ayudante de plomero		1.00	4.34	4.34	11.57
Gasfitero		1.00	4.39	4.39	11.70
Electricista		1.00	4.28	4.28	11.41
-		-	-	-	-
				PARCIAL N	46.250

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Bomba centrifuga trifasica 1.5 hp cp 170 pedrollo 1 1/2x1"		u	1.00	588.72	588.72
Valvula de compuerta 1"		u	1.00	26.11	26.11
Manometro		u	1.00	14.75	14.75
Presostato		u	1.00	11.43	11.43
Transductor de presion		u	1.00	150.00	150.00
Union universal 1"		u	1.00	4.45	4.45
Union flexible 1"		u	1.00	0.43	0.43
Valvula check red white 1"		u	1.00	33.40	33.40
Conectores electricos		u	1.00	8.00	8.00
Gabinete eléctrico/tablero		u	1.00	150.00	150.00
-		-	-	-	-
				PARCIAL O	987.29

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
-		-	-	-	-
				PARCIAL P	-

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	1.035.850
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	103.590
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	103.590
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	56.970
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.300.000
VALOR PROPUESTO	1.300.000

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro:	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA TRIFASICA 1.5 HP PEDROLLO	Unidad:	U
Fecha		Rendimiento:	0.03
		U/HR	

A. EQUIPOS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Herramienta menor 5% (M/O)					0.04
Andamios		0.300	0.35	0.11	-
Concretera		0.500	4.38	2.19	0.070
Vibrador		0.300	3.50	1.05	0.030
-		-	-	-	-
PARCIAL M					0.140

B. MANO OBRA.-					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		A	B	C=AxB	D=CxR
Peón		2.00	4.34	8.68	0.27
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles		1.00	4.87	4.87	0.15
Ayudante de albañil		1.00	4.34	4.34	0.13
Ferrero		1.00	4.39	4.39	0.14
Encofrador		1.00	4.39	4.39	0.14
Mamposero		1.00	4.39	4.39	0.14
Electricista		1.00	4.39	4.39	0.14
PARCIAL N					0.830

C. MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=AxB
Hormigon simple f'c=210 kg/cm2 incluye encofrado	m3	0.73	225.42	163.65	
Acero de refuerzo	kg	60.00	1.80	108.00	
Puerta metalica con marco	u	1.00	180.00	180.00	
Ventana de aluminio 1x1	u	1.00	120.00	x	
Paredes de bloque	m2	15.59	19.05	296.99	
Teja de zinc 10mx 2m	u	1.00	20.00	20.00	
Estructura metálica para cubierta 2"	u	4.00	60.00	240.00	
-	-	-	-	-	-
PARCIAL O					1008.64

D. TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
Camion mediano	viaje	2.00	25.00	50.00	
PARCIAL P					50.000

COSTO DIRECTO TOTALX(M+N+O+P)	1.059.610
COSTOS INDIRECTOS + DIR. TECNICA 10 % x	105.960
COSTOS INDIRECTOS + ADMINISTRACION 10 % x	105.960
GARANTIAS, SEGUROS, TASAS CTE. 5.5 % X	58.280
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.329.810
VALOR PROPUESTO	1.329.810