



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PORTADA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA CIVIL**

TEMA

**DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP
DE JARAMIJÓ, MANABÍ DESDE EL RÍO CHICO**

TUTOR

Ing. JAZMÍN DEL ROCÍO MAZZINI MORAN, Mgtr.

AUTOR

EDUARDA YAMILE FLORES MONTOYA

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó, Manabí desde el río Chico

AUTOR/ES:

Flores Montoya Eduarda Yamile

TUTOR:

Mgrtr. Mazzini Moran Jazmín del Rocío

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería, Industria
y Construcción

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2025

N. DE PÁGS:

139

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Diseño, Agua superficial, Hidrología, Topografía.

RESUMEN:

El tema de tesis refiere al diseño de un acueducto para abastecer de agua cruda una planta de tratamiento de agua potable, el estudio parte del análisis de la disponibilidad hídrica del río mediante un estudio hidrológico y las características del terreno mediante un estudio topográfico.

La metodología aplicada es de investigación cuantitativa, ya que, incluye los cálculos hidráulicos de la conducción y sus componentes. En primer lugar, se analizó la capacidad del río para asegurar que los caudales cubran la demanda de la PTAP. Luego, se realizó un levantamiento topográfico, necesario para determinar el recorrido del acueducto y donde se encontrarán sus componentes. Por último, se realizaron los cálculos de acuerdo a las bases de diseño, que incluye la población futura estimada, la dotación y los caudales. Los cálculos incluyen: las pérdidas por fricción, cálculos del desarenador, del tanque de almacenamiento, los sistemas de bombeo de succión e impulsión y la línea de conducción.

La investigación propone una solución técnica, garantizando que se cumplan las normativas. Los resultados obtenidos favorecen al incremento en la disponibilidad

de agua para la planta de tratamiento de agua potable, para así beneficiar a la población.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Flores Montoya Eduarda Yamile	Teléfono:	E-mail: yamileflores8@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Ing. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: (04)2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Jorge Enrique Torres Rodríguez Director de la carrera Teléfono: (04)2596500 Ext 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó-Manabí desde el río Chico.

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	8 %	3 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	1 %
2	inmobiliariadja.files.wordpress.com Fuente de Internet	1 %
3	1library.co Fuente de Internet	1 %
4	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
6	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
7	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	tuberias.info Fuente de Internet	<1 %

repositorio.beceneslp.edu.mx

9	Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.uisek.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
14	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
15	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 20 words

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

La estudiante egresada EDUARDA YAMILE FLORES MONTOYA, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó, Manabí desde el río Chico, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

A handwritten signature in black ink that reads "Yamile". The signature is written in a cursive style with a long, sweeping underline.

Firma:

EDUARDA YAMILE FLORES MONTOYA

0954173456

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de **Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó, Manabí desde el río Chico**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó, Manabí desde el río Chico**, presentado por la estudiante **FLORES MONTOYA EDUARDA YAMILE** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERÍA CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

JAZMÍN DEL ROCÍO MAZZINI MORAN

C.C. 0930097704

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para culminar esta etapa tan importante en mi vida. Sin su guía, no habría podido superar los desafíos del camino.

A mis padres, Wendy y Eduardo, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y cada sacrificio que ha sido la base de mis logros. Gracias por enseñarme el valor de la responsabilidad, el esfuerzo y la constancia.

A mis hermanos, por ser mi mayor motivación y mi compañía en cada paso de este trayecto.

A mis abuelos, Bella y Jorge, por ser mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Su amor, sus enseñanzas y su ejemplo han sido mi inspiración para seguir adelante.

A mi tía Estrella, por estar siempre a mi lado, brindándome su amor y apoyo incondicional. Cada consejo y enseñanza suya han sido clave para mi crecimiento.

A mis profesores y tutores, por compartir su conocimiento y brindarme su invaluable orientación durante mi formación académica. Su enseñanza ha sido fundamental para mi desarrollo profesional y personal.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, han sido parte de este proceso. Cada apoyo y enseñanza han sido piezas fundamentales en la construcción de este logro.

DEDICATORIA

A Dios, por su amor, fortaleza y sabiduría. Gracias por guiarme en cada paso y darme la fuerza para afrontar los momentos difíciles. Sin su amor y protección, este logro no habría sido posible.

A mi madre, Wendy Montoya, pilar de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, por ser mi mayor inspiración y por el amor que siempre me ha brindado. Aprecio cada sacrificio, cada palabra de aliento y la confianza que tuvo en mí incluso cuando yo misma dudé. Este logro es tanto suyo como mío, porque sin usted, nada de esto habría sido posible.

RESUMEN

El tema de tesis refiere al diseño de un acueducto para abastecer de agua cruda una planta de tratamiento de agua potable, el estudio parte del análisis de la disponibilidad hídrica del río mediante un estudio hidrológico y las características del terreno mediante un estudio topográfico.

La metodología aplicada es de investigación cuantitativa, ya que, incluye los cálculos hidráulicos de la conducción y sus componentes. En primer lugar, se analizó la capacidad del río para asegurar que los caudales cubran la demanda de la PTAP. Luego, se realizó un levantamiento topográfico, necesario para determinar el recorrido del acueducto y donde se encontrarán sus componentes. Por último, se realizaron los cálculos de acuerdo a las bases de diseño, que incluye la población futura estimada, la dotación y los caudales. Los cálculos incluyen: las pérdidas por fricción, cálculos del desarenador, del tanque de almacenamiento, los sistemas de bombeo de succión e impulsión y la línea de conducción.

La investigación propone una solución técnica, garantizando que se cumplan las normativas. Los resultados obtenidos favorecen al incremento en la disponibilidad de agua para la planta de tratamiento de agua potable, para así beneficiar a la población.

Palabras claves: Diseño, Agua superficial, Hidrología, Topografía.

ABSTRACT

The thesis topic is the design of an aqueduct to supply raw water to a drinking water treatment plant. The study is based on the analysis of the water availability of the river through a hydrological study and the characteristics of the terrain through a topographic study.

The methodology applied is quantitative research, since it includes the hydraulic calculations of the pipeline and its components. First, the capacity of the river was analyzed to ensure that the flows cover the demand of the WTP. Then, a topographic survey was carried out, which was necessary to determine the route of the aqueduct and where its components will be located. Finally, the calculations were made according to the design basis, which includes the estimated future population, the endowment and the flow rates. The calculations include: friction losses, calculations of the sand trap, the storage tank, the suction and impulsion pumping systems and the pipeline.

The research proposes a technical solution, ensuring compliance with regulations. The results obtained favor an increase in the availability of water for the drinking water treatment plant, thus benefiting the population.

Keywords: Design, Surface water, Hydrology, Topography.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....	2
1.1. Tema:.....	2
1.2. Planteamiento del Problema:	2
1.3. Formulación del Problema	4
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Hipótesis.....	4
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad	4
CAPÍTULO II	5
MARCO REFERENCIAL	5
2.1. Antecedentes de problema.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	5
2.1.2. Antecedentes regionales.....	7
2.1.3. Antecedentes nacionales	8
2.2. Referentes empíricos	9
2.3. Referentes teóricos	16
2.3.1. Teorías relacionadas al estudio.....	16
2.3.2. Fuentes de abastecimiento del agua	18
2.3.3. Agua cruda	19
2.3.4. Acueducto	21
2.3.5. Sistema de abastecimiento de agua	23
2.4. Marco legal.....	24
2.4.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)	25
2.4.2. Ley de Agua (2014).....	25
2.4.3. Código Orgánico del Ambiente (2017).....	25
2.4.4. Reglamento Ambiental para la Ejecución de Proyectos de Infraestructura (2019)	25
2.4.5. Normativa Técnica de la Calidad del Agua (TULSMA).....	26

2.4.6.	Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108:2016)	26
2.4.7.	Norma Técnica Ecuatoriana (CPE INEN 5 Parte 9-1:1992).....	26
2.4.8.	Acuerdos Internacionales y Directrices de la OMS	27
CAPÍTULO III		28
MARCO METODOLÓGICO.....		28
3.1	Enfoque de la investigación	28
3.2	Alcance la investigación	28
3.3	Técnicas e instrumentos para obtener datos.....	29
3.3.1	Técnicas e instrumentos	29
3.4	Parámetros de diseño y cálculos de diseño	31
3.4.1	Población.....	31
3.4.2	Crecimiento poblacional	31
3.4.3	Vida útil	32
3.4.4	Población del proyecto	33
3.4.5	Velocidad.....	34
3.4.6	Caudal de diseño	35
3.4.7	Captación	35
3.4.8	Desarenador.....	36
3.4.9	Tanque de almacenamiento	36
3.4.10	Conducción.....	36
3.4.11	Bombeo	37
3.4.12	Ubicación de la estación de bombeo	37
3.4.13	Bombas.....	38
3.4.14	Estimación de población de diseño.....	38
3.4.15	Dotación	40
3.4.16	Caudales	41
3.4.17	Golpe de Ariete	46
CAPÍTULO IV		48
PROPUESTA O INFORME		48
4.1	Análisis e interpretación de resultados de encuesta	48
4.2	Cálculo del índice de crecimiento poblacional.....	52
4.3	Cálculo de población futura	53
4.4	Dotación	54
4.5	Cálculo de caudales	54

4.6	Cálculo de caudal de diseño de la captación y conducción	55
4.7	Cálculo de pérdidas en la tubería entre la bomba de captación y la descarga en el desarenador	55
4.8	Golpe de Ariete desde las bombas de succión – descarga del desarenador	57
4.9	Cálculo de la potencia de bomba de la captación.....	59
4.10	Cálculo hidráulico del desarenador.....	59
4.11	Cálculo hidráulico de la línea de impulsión.....	65
4.11.1	Cálculo del diámetro preliminar	65
4.11.2	Alternativa DN= 400 mm PN 20	66
4.11.3	Alternativa DN= 500 mm PN 20	68
4.11.4	Alternativa DN= 630 mm PN 20	70
4.12	Cálculo del golpe de Ariete línea de impulsión PASAJE – PTAP	72
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES		76
BIBLIOGRAFIA.....		77
ANEXOS		82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Vida Útil para Elemento de un Sistema de Agua.....	32
Tabla 2 Límites Máximos de Velocidad para Conductos a Presión.....	34
Tabla 3 Clasificación de las Obras de Captación	35
Tabla 4 Registros Históricos Jaramijó	38
Tabla 5 Consumo de Acuerdo a Población y Tipo de Clima	40
Tabla 6 Caudal de la Fuente de Agua.....	41
Tabla 7 Caudales de Diseño para los Elementos de un Sistema de Agua Potable.....	42
Tabla 8 Descripción de las Zonas de los Elementos.....	42
Tabla 9 Características Técnicas Orientado a PVC-O	43
Tabla 10 Temperatura, Viscosidad Cinemática y Densidad del agua	44
Tabla 11 Valores Aproximados de K (Perdidas Localizadas)	46
Tabla 12 Índices de Crecimiento Poblacional	53
Tabla 13 Cálculos de Población Futura según Método de Proyección Poblacional	53
Tabla 14 Condiciones y Porcentaje de Remoción	60
Tabla 15 Alternativa DN=400 mm PN20	66
Tabla 16 Alternativa DN=500 mm PN 20	68
Tabla 17 Alternativa DN=630 mm PN 20	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parámetros Físicos	20
Figura 2 Parámetros Químicos.....	20
Figura 3 Parámetros Microbiológicos	21
Figura 4 Componentes de un Acueducto.....	23
Figura 5 Encuesta de acueducto	30
Figura 6 Edad:.....	48
Figura 7 Género:.....	48
Figura 8 Tiempo que reside en la zona:	49
Figura 9 ¿Está informado sobre la propuesta de construcción del nuevo acueducto para abastecer de agua cruda a la PTAP?	49
Figura 10 ¿Considera que el nuevo acueducto es necesario para mejorar el abastecimiento de agua en la zona?.....	50
Figura 11 ¿Cuáles cree que son los principales problemas con el abastecimiento de agua cruda actualmente?	50
Figura 12 ¿Cuáles cree que serán los principales beneficios del nuevo acueducto?	51
Figura 13 ¿Cuáles podrían ser los desafíos o preocupaciones respecto al nuevo acueducto? ..	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 CENSO ECUADOR 2022(Jaramijó)	82
Anexo 2 Hidrología del Río Chico	83
Anexo 3 Topografía	89
Anexo 4 Simulación EPANET	115
Anexo 5 Presupuesto	118
Anexo 6 Visita en campo.....	122

INTRODUCCIÓN

El cantón Jaramijó, provincia de Manabí, en lo que respecta a la disponibilidad de agua enfrenta un reto debido a que no está llegando la suficiente presión y caudal a la planta de tratamiento de agua potable. Esto debido a que los agricultores se están haciendo uso de forma clandestina del acueducto existente. En respuesta a esta problemática, el presente trabajo se centra en el cálculo hidráulico de un acueducto destinado a transportar agua cruda desde el río Chico hasta la planta de tratamiento de agua potable de Jaramijó.

El estudio contempla un análisis hidrológico, topográfico y el cálculo del acueducto y sus componentes. También se basa en las normativas vigentes aplicables a sistemas de conducción.

Con esta investigación, se busca proporcionar una base técnica para el diseño del acueducto, contribuyendo a la mejora del abastecimiento de agua potable en Jaramijó. Además, se espera que los resultados puedan servir de referencia para proyectos similares.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema:

Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó-Manabí desde el río Chico.

1.2. Planteamiento del Problema:

El agua es un recurso natural finito y de dominio público, vital para el bienestar humano. El derecho al agua es indispensable para vivir dignamente y es condición previa para la realización de otros derechos humanos (Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 2003).

A nivel mundial, la escasez de agua es un problema crítico que afecta a millones de personas y que con el tiempo se agrava. Algunos de los factores que generan esta crisis hídrica son: cambio climático, incremento poblacional, falta de infraestructuras, contaminación del agua, entre otros.

Aproximadamente el 36% de la población mundial, equivalente a 2.400 millones de personas, reside en zonas afectadas por la escasez de agua, y se estima que para el año 2050, el 52% enfrentará una escasez hídrica severa. En las áreas urbanas, el acceso al suministro de agua es restringido (ONU-Habitat, s.f).

América es un continente rico en recursos hídricos debido a su extensa superficie, su diversidad climática y la presencia de abundantes sistemas fluviales y acuíferos. La calidad y disponibilidad se ven afectadas por diversos factores, entre estos se encuentran la deficiente infraestructura, la contaminación por descargas industriales y domésticas sin tratamiento, y las disparidades socioeconómicas conspiran para restringir el acceso al agua, especialmente en zonas rurales, donde a menudo se carece de servicios de agua y saneamiento.

En Ecuador, la escasez de agua potable es un problema complejo porque, aunque existen diversos cuerpos de agua superficiales y subterráneos, la insuficiencia

y obsolescencia de infraestructuras hídricas, limitan el suministro de agua a la población.

En Ecuador, el deterioro de los servicios de agua potable y saneamiento es considerable, principalmente debido a la insuficiente inversión en infraestructura sanitaria y a tarifas inadecuadas. Como resultado, se generan ineficiencias operativas, altos costos en la prestación de los servicios, una calidad deficiente en la atención y una escasa participación de la comunidad (Martínez, 2004).

La provincia de Manabí, situada en la costa ecuatoriana, cuenta con una amplia superficie de alrededor de 19.516,6 km². A pesar de ser una provincia que cuenta con recursos naturales y un sector agrícola de gran importancia, la escasez de agua en algunas de sus zonas representa un obstáculo significativo. Esta escasez hídrica agravada por la falta de infraestructura y la sobreexplotación de este recurso, afecta directamente la calidad de vida de los habitantes. Es necesario invertir en infraestructuras hídricas para garantizar un desarrollo sostenible en la provincia.

El acceso al agua potable en Jaramijó, se enfrenta a una situación crítica debido a que no está llegando el caudal requerido a la Planta de tratamiento de Agua Potable. Actualmente existe el Acueducto La Esperanza que cuenta con una extensión de 94 kilómetros y una tubería de acero de gran diámetro. Este fue construido para abastecer la Refinería del Pacífico y a su vez satisfacer la demanda de agua a los cantones de Manta, Montecristi y Jaramijó.

Sin embargo, en los últimos tiempos, se han detectado extracciones clandestinas a lo largo de la tubería. Esto ha generado una disminución significativa en la presión y caudal disponible para la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Jaramijó.

Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar un nuevo acueducto que abastezca exclusivamente la planta de Jaramijó. El diseño del acueducto de agua cruda va desde la obra de toma en río Chico hasta la PTAP de Jaramijó.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo la implementación de un nuevo acueducto influirá en que la Planta de Tratamiento de Agua Potable logre la capacidad de agua necesaria para satisfacer la demanda actual?

1.4. Objetivo General

Diseñar un acueducto para abastecer de agua cruda la planta de tratamiento de agua potable de Jaramijó, Manabí

1.5. Objetivos Específicos

- Examinar el estudio hidrológico del río Chico para verificar si los caudales anuales permitirán cubrir la demanda de la PTAP de Jaramijó.
- Realizar un levantamiento topográfico que permita ubicar de manera correcta las obras de captación, desarenador, almacenamiento y las tuberías de conducción.
- Desarrollar los cálculos hidráulicos del acueducto para el abastecimiento de agua cruda a la PTAP de Jaramijó.

1.6. Hipótesis

Si el caudal del río Chico es suficiente durante todo el año para cumplir con el requerimiento operativo de la PTAP y se diseña un acueducto conforme a los parámetros y normativas vigentes, entonces será posible garantizar un abastecimiento continuo para la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Jaramijó.

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Este proyecto de titulación se alinea dentro del ámbito de investigación institucional de la facultad de ingeniería, industria y construcción, abordando la temática de territorio, medio ambiente y materiales innovadores aplicados a la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de problema

El diseño de un acueducto para el abastecimiento de agua es una necesidad primordial en diversas partes del mundo, especialmente en regiones que enfrentan desafíos relacionados con la disponibilidad y distribución del recurso hídrico. La construcción de estos sistemas implica el transporte eficiente de agua desde fuentes naturales hasta plantas de tratamiento y, posteriormente, hasta los usuarios finales (Guzmán et al., 2024). Por ende, desde un contexto internacional, regional y nacional, se han desarrollado e implementado diversos proyectos y estrategias para abordar estos desafíos, ofreciendo valiosas lecciones y experiencias que pueden ser aplicadas al caso específico de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de Jaramijó, en la provincia de Manabí, Ecuador.

2.1.1. Antecedentes internacionales

El Banco Mundial (2023) destaca que el agua desempeña y cumple un papel clave en todos los aspectos del desarrollo, estando estrechamente ligada a la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Es esencial para la vida, fomenta el crecimiento económico y respalda ecosistemas saludables. Además, describe que aproximadamente 2000 millones de personas carecen de acceso a agua potable de manera segura, 3600 millones no disponen de servicios de saneamiento adecuados, y 2300 millones no tienen facilidades básicas para el lavado de manos. La falta de acceso a agua segura y saneamiento, sumada al crecimiento demográfico, el uso intensivo del agua, la variabilidad climática y la contaminación, convierte al agua en uno de los desafíos más grandes para el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y el progreso económico.

Es así que Moran et al. (2024) destacan que la gestión de recursos hídricos se ha convertido en una prioridad en distintos lugares como parte sustancial de una vida digna y de calidad para la sociedad, principalmente en zonas urbanas que se encuentra en continuo crecimiento, pero sobre todo en áreas rurales limitadas al acceso de agua potable. De tal manera, se asegura como una solución clave el

desarrollo, planificación y construcción de acueductos garantizando el efectivo suministro de agua.

Como es el caso de Estados Unidos, donde se desarrolló y construyó el Acueducto de Los Ángeles, el mismo que ha permitido la transportación del agua desde zonas lejanas derivadas como fuentes hasta la ciudad, pese a su exposición a desafíos asociados con la sostenibilidad y gestión eficiente del recurso hídrico. Este proyecto se desarrolló a medida que iba en crecimiento Los Ángeles desde mediados del siglo XX, procediéndose a ampliar y hacer más profundos los pozos integrando el uso tecnológico de métodos de perforación y bombeo, lo cual conllevó a la falta y reducción de agua subterránea (Schnalzer, 2021).

Un aporte al abastecimiento de agua en regiones europeas se destaca el sistema de acueducto denominado Canal de Isabel II en España, el cual ha logrado abastecer a la ciudad de Madrid desde fuentes externas. Este proyecto ha enfrentado desafíos relacionados con la calidad del agua y la eficiencia en la distribución, lo que ha llevado a la implementación de tecnologías avanzadas en el tratamiento y monitoreo del agua. Es así, que se reconoce su compromiso en los últimos años en contribuir con la gestión integral del ciclo del agua, permitiendo un abastecimiento a aproximadamente 7 millones de españoles bajo una depuración del 100% de aguas residuales. Además, en el 2022 fue reconocida como un operador público de referencia mundial en la gestión de energía renovable y agua (Canal de Isabel II, 2022).

En el caso de la sociedad árabe, se reconoce la escasez de agua como una problemática constante y donde el 85% de la población vive en condiciones de estrés hídrico, conllevando a una mayor dependencia de fuentes transfronterizas, reservas de agua subterránea no renovable y recursos hídricos no convencionales. Sin embargo, la cantidad de agua dulce que puede extraerse de manera sostenible es probablemente inferior si se consideran factores relacionados con la calidad del agua. El agua es tan valiosa en esta región que se ha convertido en un tema central en las negociaciones de seguridad entre países, ya que dos tercios de los recursos hídricos cruzan fronteras internacionales. Aunque se están impulsando iniciativas para fomentar la cooperación transfronteriza y mejorar la gestión de cuencas en el contexto

del cambio climático, la inversión en infraestructura y tecnologías sigue siendo esencial para garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua (Connor, 2021).

2.1.2. Antecedentes regionales

Tal como lo describe en su informe Connor (2021), colaborador del Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), que el estrés hídrico en América Latina y el Caribe ha generado conflictos entre diversos sectores, como la agricultura, la energía hidroeléctrica, la minería, y el acceso a agua potable y saneamiento, debido a la competencia por recursos limitados. La falta de regulaciones efectivas y de incentivos ha dificultado la distribución equitativa del agua, reflejando el bajo valor que se le asigna en la región. En muchos casos, los costos por el uso del agua, una vez otorgados los derechos de concesión, son nulos o insignificantes para sectores productivos, lo que convierte al agua en un subsidio implícito sin considerar su importancia estratégica.

También se evidencia la falta de financiación suficiente para aplicar leyes que controlen la contaminación y la sobreexplotación del agua. Aunque existen marcos legales, se necesitan regulaciones más fuertes, un monitoreo efectivo y mayores incentivos para prevenir el mal uso del recurso hídrico, especialmente ante el cambio climático. Aumentar el reconocimiento del valor del agua es esencial para evitar su sobreexplotación y asegurar su disponibilidad a largo plazo. (Connor, 2021).

De acuerdo al Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe [CAF] (2024) se reconoce uno de los actuales y más trascendentales proyectos focalizado en la ampliación del Acueducto Oriental en República Dominicana para dar un mejoramiento en las condiciones de vida y calidad del servicio de agua potable para aproximadamente 850,000 habitantes en el área urbana de los municipios de Santo Domingo Norte y Santo Domingo Este. En sí, implica a una ampliación y optimización del sistema de acueducto de la ciudad, enfrentando desafíos relacionados con la infraestructura existente y la necesidad de adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes (CAF, 2020).

En Colombia, la región amazónica ha experimentado sequías severas que han afectado el acceso al agua potable y la pesca, complicando la vida de las comunidades locales. Estos eventos han resaltado la necesidad de mejorar la infraestructura hídrica y la gestión de recursos para garantizar el suministro de agua en situaciones extremas (Reynoso, 2024).

2.1.3. Antecedentes nacionales

En Ecuador, la gestión de recursos hídricos es esencial para el desarrollo sostenible, especialmente en regiones como Manabí, donde la disponibilidad de agua varía entre estaciones. La provincia de Manabí ha enfrentado históricamente problemas relacionados con la escasez de agua, exacerbados por fenómenos climáticos como El Niño y la creciente demanda debido al crecimiento de la población.

Por ende, los proyectos de acueductos han sido una solución clave para mitigar estos problemas y garantizar el acceso continuo al agua potable. Sin embargo, se reconoce una falta de atención en este tipo de proyecto como el acueducto La Esperanza, localizado en la provincia de Manabí, el mismo que provee de agua cruda a tres cantones y a la actualidad no han intervenido acciones de mantenimiento correctivo y preventivo desde su puesta en marcha a razón de una escasez de recursos económicos (Mendoza, 2023).

Ecuador ha implementado una nueva conversión de deuda para asignar 460 millones de dólares al Programa Biocorredor Amazónico, un modelo de gestión sostenible en la región amazónica. Esta iniciativa tiene como objetivo tanto la conservación de los ecosistemas terrestres y de agua dulce como la satisfacción de las necesidades de las comunidades locales, entre ellas el acceso al agua potable. (Monsalve, 2024).

De tal manera, este proyecto focalizado en Jaramijó, una de las localidades costera de Manabí, dependiente de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) para abastecer a sus pobladores presente situaciones de desabastecimiento a causa de que su sistema no es continuo ni cercano, lo cual da hincapié y relevancia al desarrollo de un nuevo proyecto de acueducto para una eficiente y garantizada

transportación de agua desde el río Chico. Sin embargo, es relevante considerar los siguientes aspectos para su desarrollo, construcción e implementación:

- La distancia entre la planta y el río Chico: La longitud del acueducto influirá en los costos de construcción y mantenimiento, así como en la eficiencia del transporte del agua.
- La capacidad de transporte y la calidad del agua del río: Es esencial evaluar la cantidad de agua disponible y su calidad para determinar la viabilidad del proyecto y los requerimientos de tratamiento.
- Las necesidades de la población y el crecimiento proyectado: Se debe considerar el tamaño actual de la población y las proyecciones de crecimiento para dimensionar adecuadamente el sistema de acueducto.
- Recorrido del acueducto estimando su longitud más corta, el que sea más accesible y de condiciones de acceso para su operación.

Bajo lo descrito, con este diseño se pretende la optimización del acceso y distribución de agua potable en momentos críticos como sequías, de tal manera, que se valide la seguridad hídrica de la región.

2.2. Referentes empíricos

En este apartado se destacan estudios previos asociados con el tema o variable en estudio, de tal manera que se permite explorar acciones óptimas que puedan contribuir en el desarrollo de la investigación. Tal como lo explica Moran et al. (2024) en su estudio titulado Evaluación de indicadores para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas hidrográficas, el cual se centra en evaluar indicadores clave para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas hidrográficas, buscando mejorar la sostenibilidad y uso eficiente de los recursos acuíferos. La problemática radica en la falta de gestión efectiva en muchas cuencas, lo que afecta la disponibilidad de agua. La metodología se basa en la recopilación de datos hídricos, análisis de indicadores de gestión y evaluación del impacto ambiental. Los principales resultados muestran que los indicadores de sostenibilidad y calidad del agua son esenciales para una gestión eficiente. Concluyéndose, que la importancia de

implementar un sistema de indicadores como herramienta de toma de decisiones para preservar los recursos hídricos. En sí, este estudio contribuye al presente una base de indicadores útiles para la evaluación de la gestión de los recursos hídricos en cuencas cercanas, mejorando la planificación del acueducto.

Para Guzmán et al. (2024) en su estudio Sistema de recirculación y tratamiento de agua para la reducción del consumo agua (RIVIO). Un modelo de negocio que aporta a la sostenibilidad, se enfocaron en el desarrollo de un modelo de negocio sostenible basado en un sistema de recirculación y tratamiento de agua que permite la reducción del consumo hídrico en sectores industriales. La problemática que abordan es el excesivo consumo de agua en actividades industriales, que afecta la disponibilidad del recurso. Utilizan una metodología basada en estudios de viabilidad técnica y económica para implementar sistemas RIVIO. Los resultados principales muestran que el sistema reduce significativamente el uso de agua y los costos asociados. Las conclusiones sugieren que la implementación de RIVIO es viable en entornos industriales y contribuiría a la sostenibilidad ambiental. Este estudio proporciona un enfoque innovador para optimizar el uso del agua, lo que podría ser adaptado al sistema de tratamiento de agua potable en Jaramijó, mejorando la eficiencia del uso del recurso.

Torres (2022) en su estudio Evaluación de las condiciones actuales del acueducto del Municipio de Nocaima, Cundinamarca, se focalizó en evaluar el estado actual del acueducto en el municipio de Nocaima, Cundinamarca, para identificar problemas en su operación y proponer mejoras. La problemática se centra en la infraestructura deficiente y la baja cobertura de agua potable en el municipio. La metodología incluye inspecciones técnicas, análisis de la capacidad hídrica y encuestas a los usuarios del sistema. Evidenciándose que el acueducto no cumple con la demanda de la población debido a fugas y falta de mantenimiento. Mientras se recomiendan una renovación integral del sistema y la incorporación de tecnologías modernas. En sí, este estudio proporcionaría lecciones sobre las mejoras necesarias en infraestructura y mantenimiento.

Pabón (2024) en su estudio Diagnóstico hidráulico de las redes de aducción del Acueducto Peña Negra de la vereda Llano Grande del municipio de Paipa,

Boyacá, realizó una identificación de deficiencias en el sistema de transporte de agua cruda debido a la presencia de pérdidas de agua y baja eficiencia del sistema. Para lo cual, incluyó un análisis de caudales y presiones mediante simulaciones hidráulicas. Verificándose así, pérdidas importantes en las redes debido a la antigüedad de las tuberías. Las conclusiones sugieren una reingeniería de las redes y la implementación de nuevas tecnologías para reducir las pérdidas. Bajo este diagnóstico se contribuye a la prevención y mitigación de problemas similares en el diseño del acueducto de Jaramijó, asegurando la eficiencia en el transporte de agua cruda.

Barrera & Castañeda (2023) en su estudio Diseño hidráulico de un acueducto para la vereda Alejandría del municipio de Garzón, departamento del Huila, Colombia se centró en el diseño de un acueducto para la vereda Alejandría en Garzón, Huila, para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable a la población, a razón de la falta de acceso constante a agua potable debido a una infraestructura inadecuada. Parte de su metodología se realizó estudios topográficos, cálculos hidráulicos y selección de materiales. Los resultados muestran un diseño eficiente que asegura el suministro continuo de agua potable. Destacándose que el acueducto diseñado cumple con las normativas vigentes y optimiza el uso de los recursos hídricos disponibles. Dicho proyecto puede servir de referencia en el proceso de creación del acueducto en Jaramijó, aplicando principios hidráulicos similares para garantizar el abastecimiento.

De acuerdo Ayala et al. (2021) en su estudio Optimización del acueducto cabecera urbana del municipio de Guapi tuvo como objetivo general optimizar el sistema de acueducto de la cabecera urbana del municipio de Guapi para un mejoramiento en la eficiencia de la distribución de agua potable, debido a que se identificó la ineficiencia del sistema actual debido a fugas y un manejo inadecuado de la presión causando una distribución desigual. Para lo cual se desarrolló una evaluación de la infraestructura existente y modelación hidráulica como parte de la metodología del estudio, además, de propuesta de mejoras en la red de distribución. De tal manera, se desarrolló como métodos de investigación hipotético-deductivo, deductivo directo, análisis documental y lecciones aprendidas. Evidenciándose, una mejora significativa en la distribución y una reducción de pérdidas, de tal manera, se

destacó la necesidad de invertir en la modernización de la infraestructura para garantizar un suministro eficiente y equitativo. Esta investigación será útil para el diseño del acueducto debido a su enfoque en la optimización y modernización del sistema asegurando que sea eficiente y adecuado para la demanda futura.

Ibarra (2019) en su trabajo titulado Diseño de sistemas de abastecimiento de agua de San Juancito de Pérez Zeledón se basó en diseñar un sistema de abastecimiento de agua que garantice el suministro continuo y eficiente para la comunidad de San Juancito en Pérez Zeledón, a razón de la escasez de agua y una infraestructura inadecuada. La metodología consistió en realizar estudios topográficos, análisis de fuentes hídricas y simulación del sistema hidráulico. Evidenciándose que el sistema diseñado cubrirá adecuadamente la demanda actual y futura, destacándose así, la importancia de su implementación por contribuir en la mejora de calidad de vida de la población. Para el presente estudio será una referencia para la implementación de sistemas de captación y distribución eficientes.

Pedroza & Moreno (2022) en su estudio titulado Diseño de acueducto y red de distribución para el municipio de Murindó, Antioquia tuvo como objetivo diseñar un acueducto y red de distribución en el municipio de Murindó, Antioquia, para resolver el problema de acceso insuficiente a agua potable, dado por la problemática escasez de agua potable, la misma que se agrava por la presencia de una infraestructura inadecuada y obsoleta. En cuanto a la metodología empleada se realizó estudios de demanda poblacional, análisis topográfico y diseño hidráulico del sistema mediante métodos estadísticos, geométricos, logarítmicos, Wappus, comparación gráfica. Se evidenció el desarrollo de un diseño eficiente que garantiza el abastecimiento de agua para toda la población asegurando la construcción de una infraestructura moderna en bienestar de la comunidad. Este estudio es valioso para el diseño del acueducto en Jaramijó, aportando conocimientos sobre redes de distribución y dimensionamiento acorde a la demanda.

Jaime et al. (2020) en su estudio Análisis de viabilidad y diseño para el abastecimiento de agua potable en la vereda Socota del municipio de Apulo se basó en evaluar la viabilidad y diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable en la vereda Socota, municipio de Apulo, a raíz de la inexistencia y falta de acceso a agua

potable en esta zona rural. Metodológicamente, se centró en un análisis de factibilidad económica, estudios topográficos y el diseño de la red hidráulica. Se evidenció que el sistema es viable y mejorará el acceso al agua para la comunidad. Mientras se concluye que se garantizará el bienestar de la población. Este estudio es relevante para el diseño del acueducto en Jaramijó, al proporcionar un enfoque en la viabilidad y el diseño sostenible de sistemas de agua en comunidades rurales.

Urdaneta & Moreno (2024) bajo el título de Estudio de factibilidad para el diseño metodológico del sistema de acueducto veredal en la vereda la hermosa, en el municipio de la Palma, Cundinamarca se procedió a realizar un análisis de factibilidad para diseñar el acueducto de la vereda La Hermosa en el municipio de La Palma, Cundinamarca. Esto impulsado por el sistema carente de distribución que limita el acceso continuo a agua potable. Parte del proceso metodológico se incluyó estudios de factibilidad técnica, económica y ambiental, junto con un diseño preliminar del sistema hidráulico. Los principales resultados muestran que la implementación del acueducto es factible y tendrá un impacto positivo en la comunidad. Se concluyó como un aporte significativo en la calidad de vida en la vereda. Este estudio aporta información valiosa sobre la factibilidad y metodología que puede ser aplicada al diseño del acueducto de Jaramijó, asegurando su viabilidad técnica y económica.

Jara & Vásquez (2021) en su estudio Diseño estructural de un acueducto atirantado sobre una falla geológica para el sistema de agua potable de los recintos Playas, La Barquilla y El Paraíso de la parroquia Rosa Florida, cantón Sucumbíos se enfocó en diseñar un acueducto atirantado para los recintos Playas, La Barquilla y El Paraíso, en la parroquia Rosa Florida, para el mejoramiento de suministro de agua potable; lo cual radica en la presencia de dificultades topográficas y falla geológica en la zona, afectando directamente a la infraestructura actual. En el proceso metodológico se empezó por la identificación de la situación actual seguido de estudios geotécnicos y estructurales, así como simulaciones hidráulicas. Se identificó como viable ya que promueve a un adecuado suministro a pesar de las condiciones geológicas adversas. Concluyéndose que este tipo de infraestructura es la solución más adecuada para las condiciones locales. Este estudio es útil para afrontar desafíos geológicos en el diseño del acueducto de Jaramijó, asegurando una infraestructura resistente y eficiente.

Avecillas (2018) en su trabajo titulado Análisis y diseño para mejorar los sistemas de distribución de agua potable en el sector Tres Cerritos del cantón Pasaje, provincia de El Oro, tuvo como objetivo diseñar mejoras en el sistema de distribución de agua potable dado el problema por ineficiencia en la distribución del agua derivándose antigüedad y deterioro de la red actual generando pérdidas significativas y un abastecimiento irregular. La metodología utilizada incluyó un análisis detallado de la red existente, modelación hidráulica y el diseño de un sistema optimizado. Se evidenció que las mejoras propuestas reducirán significativamente las fugas y asegurarán una distribución más equitativa. Destacándose la necesidad de invertir en infraestructuras modernas para garantizar un suministro adecuado y eficiente de agua potable. Este estudio proporcionará información clave sobre la optimización de sistemas de distribución de agua potable, que puede ser aplicable en el diseño del acueducto de Jaramijó, mejorando su eficiencia operativa.

Cuenca & Vidal (2024) bajo su tema Diseño de sistema de captación de agua, para la planta de tratamiento de Saucillo se centró en diseñar un sistema de captación de agua para abastecer la planta de tratamiento de agua de Saucillo, mejorando el suministro de agua cruda a la población. La problemática principal es la falta de un sistema eficiente de captación que garantice la cantidad y calidad del agua. La metodología incluye estudios hidrológicos y topográficos de la cuenca, además de simulaciones hidráulicas del sistema de captación. Los resultados muestran que el diseño propuesto es técnicamente viable y mejorará la captación de agua para satisfacer la demanda de la planta de tratamiento. Las conclusiones resaltan la importancia del sistema para asegurar el suministro continuo de agua cruda. Este estudio aporta con conocimiento sobre sistemas de captación eficientes y su integración con plantas de tratamiento de agua.

Agua (2024) en su trabajo de titulación Modelación del sistema de agua potable mediante el uso en el programa Watercad del recinto Las Mercedes se focalizó en modelar el sistema de agua potable del recinto Las Mercedes utilizando el software Watercad para la optimización de su funcionamiento. La problemática identificada es la ineficiencia en la distribución del agua debido a problemas de presión y pérdidas en el sistema. La metodología empleada incluye la recolección de datos de campo y

la modelación del sistema utilizando Watercad, lo que permite simular diferentes escenarios de operación y proponer mejoras. Fue evidente que, tras las modificaciones propuestas, se logrará una mejor distribución del agua y una reducción en las pérdidas. Concluyéndose, el uso del software de simulación para mejorar la eficiencia de los sistemas de agua potable. La modelación del sistema con herramientas como Watercad ofrece una metodología replicable en Jaramijó, facilitando el análisis y la optimización del sistema de acueducto propuesto.

Lucas & Naula (2022) en su estudio Diseño de un sistema de protección catódica por corriente impresa en acueductos de transporte de AA.PP., se destacó como objetivo diseñar un sistema de protección catódica por corriente impresa para prevenir la corrosión en los acueductos de transporte de agua potable por el deterioro de las tuberías debido a la corrosión, lo que afecta su vida útil y la calidad del servicio. La metodología incluye un análisis de los materiales de las tuberías, estudios electroquímicos y la implementación de un sistema de protección catódica. Los principales resultados muestran que la implementación de este sistema reduce significativamente la corrosión, prolongando la vida útil de las tuberías. Concluyéndose la importancia de adoptar medidas preventivas en infraestructuras hidráulicas. La protección contra la corrosión es esencial en el diseño de cualquier acueducto, y este estudio aporta estrategias técnicas que pueden aplicarse al sistema de Jaramijó para aumentar su durabilidad.

Aguayo & Heras (2022) en su tema de estudio Diseño de un sistema de bombeo y distribución para el abastecimiento de agua potable del recinto Blanca Flor de la provincia del Guayas presentó como objetivo diseñar un sistema de bombeo y distribución para el recinto Blanca Flor en la provincia del Guayas para un mejor suministro de agua potable, a razón de la falta de un sistema de distribución adecuado y un sistema de bombeo ineficiente, lo que afecta la cobertura y calidad del servicio de agua. La metodología incluye estudios topográficos, análisis de demanda y diseño hidráulico del sistema de bombeo y distribución. Se evidenció que el nuevo diseño garantizará un suministro continuo y eficiente de agua a la población enfatizando la necesidad de implementar sistemas modernos de bombeo para garantizar el acceso al agua potable. Este estudio puede proporcionar una referencia valiosa para el

diseño del sistema de bombeo del acueducto en Jaramijó, asegurando un suministro confiable y eficiente para la planta de tratamiento de agua potable.

2.3. Referentes teóricos

2.3.1. Teorías relacionadas al estudio

Para el presente estudio se relaciona teorías basadas en la ingeniería hidráulica y gestión de recursos hídricos, destacándose las siguientes:

Teoría del flujo hidráulico

Este contexto se enfoca en el comportamiento del agua en movimiento mediante tuberías y canales. Además, se centra en principios fundamentales derivados de las ecuaciones de continuidad, energía y momento, de tal manera que se pueda determinar la pérdida de energía o carga, velocidades del flujo y niveles de presión en el sistema (Gallegos et al., 2024).

En el contexto del diseño del acueducto para Jaramijó, la aplicación de esta teoría permite dimensionar adecuadamente las tuberías y estaciones de bombeo, garantizando un suministro de agua eficiente y seguro desde el río Chico hasta la planta de tratamiento. La comprensión profunda de los principios hidráulicos es crucial para prever y mitigar posibles problemas operativos, como cavitación o fluctuaciones de presión, que podrían comprometer la integridad del sistema y la calidad del agua suministrada.

Teoría de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)

La gestión integrada de recursos hídricos promueve un enfoque holístico para la planificación y gestión del agua, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales (Martín & Montico, 2023). A su vez, dicho enfoque es respaldado por organismos internacionales como la FAO, la cual busca un equilibrio entre las necesidades humanas y conservación de los ecosistemas acuáticos. En sí, destaca

que la GIRH provee de un marco vital que contribuye al cumplimiento y aporte del ODS 6 (Cartuche et al., 2021).

Aplicar la GIRH en el diseño del acueducto de Jaramijó implica evaluar la disponibilidad y calidad del agua en el río Chico, considerando factores como la variabilidad climática y las demandas de los usuarios. Además, es fundamental involucrar a las comunidades locales y a las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones, asegurando que el proyecto no solo satisfaga las necesidades actuales de agua potable, sino que también preserve los recursos hídricos para las generaciones futuras.

Teoría de la planificación hidráulica

Esta teoría se relaciona con la planificación y distribución eficiente del agua en diferentes áreas geográficas. Considera factores como la demanda de agua actual y futura, la capacidad de las fuentes de agua y la infraestructura necesaria para su transporte y tratamiento. En el caso del acueducto de Jaramijó, la teoría permite proyectar la cantidad de agua que será necesaria a largo plazo, además de asegurar que el diseño sea escalable y pueda ajustarse a cambios en la demanda.

Teoría de sistemas de distribución de agua potable

Se enfoca en el diseño, operación y mantenimiento de redes de distribución de agua. La teoría analiza aspectos como la confiabilidad, la eficiencia energética, la resiliencia ante fallos y la calidad del agua en el sistema. Es fundamental en el diseño del acueducto para garantizar que el agua llegue de manera segura y eficiente a la planta de tratamiento de Jaramijó.

Teoría del desarrollo sostenible

Esta teoría se centra en el equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación de los recursos naturales. En el contexto del diseño de acueductos, promueve que el proyecto no solo satisfaga las necesidades actuales de la población de Jaramijó, sino que también asegure la sostenibilidad del suministro de agua para

las futuras generaciones, sin causar impactos negativos significativos en el ecosistema del río Chico.

Teoría de sistemas de bombeo y energía

La teoría relacionada con el diseño y la eficiencia de los sistemas de bombeo es crucial para cualquier proyecto que requiera transportar agua a grandes distancias o superar desniveles geográficos. Esta teoría aborda la selección adecuada de bombas, el cálculo de eficiencia energética y el dimensionamiento correcto de las estaciones de bombeo. En el caso del acueducto para Jaramijó, es esencial para asegurar que el agua del río Chico sea transportada eficientemente hacia la planta de tratamiento.

Teoría del ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es la base para comprender la disponibilidad de agua en las fuentes naturales. En el diseño del acueducto, se debe tener en cuenta cómo la captación de agua del río Chico puede afectar el ciclo natural del agua en la región, asegurando que no se interrumpan procesos ecológicos clave, como la recarga de acuíferos o la preservación de caudales ecológicos.

Estas teorías proporcionan el marco técnico, ambiental y social necesario para guiar el diseño del acueducto, asegurando que el proyecto sea eficiente, sostenible y tenga un impacto positivo en la comunidad y el medio ambiente.

2.3.2. Fuentes de abastecimiento del agua

Las fuentes de abastecimiento de agua son los recursos hídricos disponibles para el consumo humano, agrícola, industrial y otros usos; pueden ser clasificadas en dos grandes categorías: fuentes superficiales y fuentes subterráneas.

De acuerdo a Peralta & Ospitia (2023), las fuentes superficiales comprenden los ríos, lagos, embalses y arroyos, las cuales tienden a un alto nivel de vulnerabilidad en relación a la contaminación, lo que promueve a un previo y efectivo tratamiento

antes de su distribución. Esto refuerza la importancia de un diseño adecuado de las plantas de tratamiento que asegure que el agua captada desde ríos y otras fuentes superficiales cumpla con los estándares de calidad para el consumo humano.

Mientras que Lina et al. (2021) destaca que las fuentes subterráneas corresponden a acuíferos, manantiales y pozos; donde el agua es de más alta calidad por la actividad propia y natural de filtración que se genera al pasar por las diversas capas del suelo. Sin embargo, existe un impacto directo al medio ambiente ya que su explotación debe ser controlada con el fin de prevenir la sobreexplotación y reducción de los niveles freáticos.

2.3.3. Agua cruda

Se refiere al agua de origen natural, ya sea directamente de ríos, lagos, embalses o acuíferos, y sin exposición a cualquier tipo de tratamiento para su potabilización. Comúnmente, este tipo de agua puede tener distintos contaminantes e impurezas como sustancias químicas, sedimentos, microorganismos patógenos y materia orgánica que deberá ser eliminada previo al consumo humano (Feria et al., 2020).

De tal manera, se atribuye al uso y aplicación de parámetros o indicadores para garantizar un alto nivel de calidad del agua cruda, de igual manera esto implica el cumplimiento de normativas tanto nacionales como internacionales. Para este caso, Ecuador cuenta con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), donde se detalla y describe los límites máximos permisibles para diferentes contaminantes presentes en el agua cruda. Estos parámetros incluyen indicadores físicos, como la turbiedad y los sólidos suspendidos, y parámetros químicos, como la concentración de metales pesados (plomo, mercurio, cadmio) y compuestos orgánicos. Además, el TULSMA regula los niveles de contaminantes microbiológicos, como coliformes fecales y *Escherichia coli*, que deben ser controlados para evitar riesgos para la salud pública. Según el TULSMA (2017) es vital el monitoreo y control de la calidad del agua cruda para garantizar un proceso efectivo de potabilización y proteger la salud de los usuarios.

Según Cedeño (2020) cubren una amplia gama de aspectos físicos, químicos y microbiológicos que permiten determinar si el agua cruda es apta para tratamiento y posterior consumo humano. A continuación, se detallan los principales parámetros:

Figura 1

Parámetros Físicos

Turbiedad

- Refleja la presencia de partículas suspendidas en el agua, como sedimentos y materia orgánica. El límite máximo permisible depende del tipo de fuente, pero en general, no debe superar los 10 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez) para fuentes destinadas a potabilización.

Color

- Está relacionado con la presencia de sustancias disueltas, como materia orgánica o metales. El agua cruda no debe tener un color superior a 15 unidades de color verdadero.

Sólidos

- Suspendidos Totales (SST): Se refiere a las partículas no disueltas en el agua, cuyo valor no debe exceder los 30 mg/L.

Adaptado de: Cedeño (2020)

Figura 2

Parámetros Químicos

pH

- Debe estar dentro del rango de 6.5 a 8.5 para evitar la corrosión de las tuberías y problemas en el proceso de tratamiento.

Metales Pesados

- Los límites máximos permisibles incluyen:
 - Plomo (Pb): 0.01 mg/L.
 - Mercurio (Hg): 0.001 mg/L.
 - Arsénico (As): 0.01 mg/L.
 - Cadmio (Cd): 0.003 mg/L.
 - Nutrientes: Niveles máximos de compuestos como:
 - Nitratos (NO₃⁻): 10 mg/L.
 - Fosfatos (PO₄³⁻): 0.1 mg/L, para evitar eutrofización.

Adaptado de: Cedeño (2020)

Figura 3

Parámetros Microbiológicos

Coliformes totales y fecales

- Indican la presencia de contaminación microbiológica. En agua cruda destinada a potabilización, los coliformes totales no deben superar las 1000 UFC/100 ml (Unidades Formadoras de Colonias), y los coliformes fecales deben ser menores a 200 UFC/100 ml.

Escherichia coli

- Debe estar ausente en 100 ml de muestra de agua cruda, según lo estipulado por los estándares internacionales y nacionales para fuentes de agua destinada a tratamiento.

Adaptado de: Cedeño (2020)

2.3.4. Acueducto

Un acueducto es una infraestructura hidráulica diseñada para transportar agua desde una fuente de abastecimiento, como ríos, lagos o acuíferos, hacia una planta de tratamiento o directamente a las áreas de consumo. Los acueductos juegan un papel fundamental en garantizar el acceso al agua potable, especialmente en áreas urbanas y rurales donde el suministro de agua no es accesible de manera natural. En sí, se constituye en un sistema clave para asegurar que el agua llegue de manera segura y eficiente a las poblaciones, reduciendo la dependencia de fuentes de agua locales (Sánchez, 2021).

Los acueductos se dividen en varias categorías según su forma y el método de transporte de agua:

- Acueductos a cielo abierto: Son canales abiertos, como zanjas o canales elevados, que permiten el paso del agua. Estos acueductos son fáciles de construir, pero están expuestos a la evaporación y a la contaminación (Jakowski et al., 2021).

- Acueductos cerrados o subterráneos: Están conformados por tuberías que transportan el agua bajo tierra. Son más seguros, ya que protegen el agua de contaminantes externos, pero requieren mayores inversiones en construcción y mantenimiento (Jakowski et al., 2021).
- Acueductos combinados: Estos sistemas combinan tramos a cielo abierto y tramos cerrados, adaptándose a las condiciones geográficas y a las necesidades de transporte de agua en diferentes zonas (Jakowski et al., 2021).

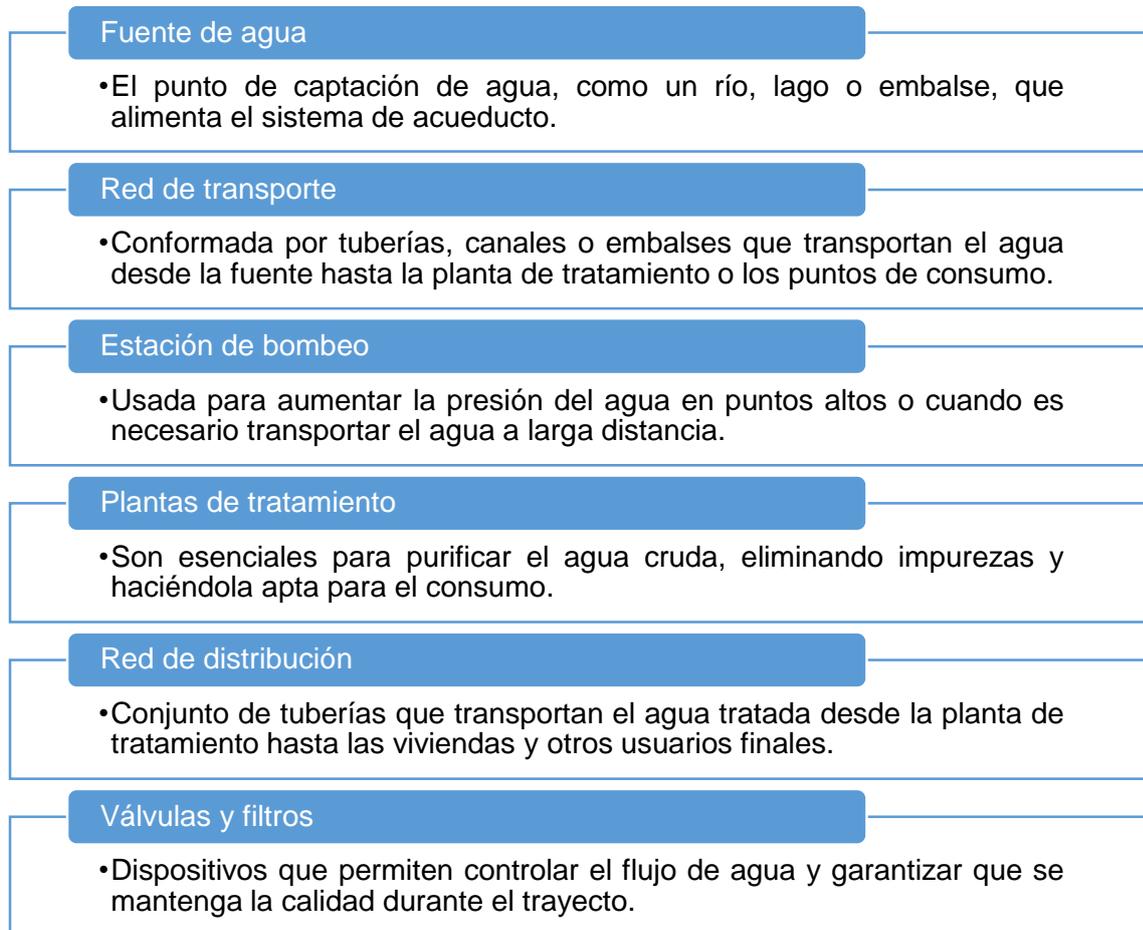
De acuerdo a Barrera y Castañeda (2023) existen dos tipos principales de sistemas para el diseño de acueductos: los de gravedad y los de bombeo. Los acueductos por gravedad son aquellos que se alimentan de una fuente situada a una altura superior al área que abastecen. En este caso, el agua fluye hacia abajo por acción de la gravedad hasta llegar a los depósitos de almacenamiento. Este tipo de sistema es sencillo y únicamente requiere válvulas para regular el flujo del agua. Por otro lado, los acueductos por bombeo son utilizados cuando la comunidad que necesita el abastecimiento se encuentra a un nivel más alto que la fuente de agua.

En este caso, se emplean bombas para elevar el agua hasta los tanques de almacenamiento y distribución. Una vez almacenada, el agua desciende por gravedad para llegar a la comunidad.

Por ende, los acueductos son fundamentales en el proceso de abastecimiento de agua potable, ya que permiten transportar grandes volúmenes de agua desde fuentes naturales hasta las plantas de tratamiento o directamente a los usuarios. Esto es crucial en zonas donde el acceso a fuentes de agua no es posible de manera inmediata. De tal manera que contribuye a la salud humana y desarrollo socioeconómico. Los acueductos se componen de varios elementos clave que trabajan en conjunto para asegurar el transporte eficiente y seguro del agua: (Lucero & Duarte, 2023).

Figura 4

Componentes de un Acueducto



Adaptado de: Lucero & Duarte (2023)

2.3.5. Sistema de abastecimiento de agua

Un sistema de abastecimiento de agua es un conjunto de infraestructuras y procesos diseñados para captar, tratar, almacenar y distribuir agua potable a una población o área determinada. Este sistema tiene como objetivo garantizar que el agua llegue a los usuarios de manera continua, segura y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades domésticas, industriales y agrícolas. Los sistemas de abastecimiento de agua son fundamentales para la salud pública, la higiene y el desarrollo económico de las comunidades, y deben estar correctamente diseñados y gestionados para asegurar su sostenibilidad a largo plazo (Barrera & Castañeda, 2023).

- Sistema de abastecimiento por red pública: Este tipo de sistema es el más común en áreas urbanas y se basa en una red de tuberías que transporta el agua desde las plantas de tratamiento hasta los usuarios finales. La red pública está conectada a una fuente de agua, que puede ser un río, un embalse, un pozo o un acuífero. La distribución del agua se realiza a través de tuberías de diferentes diámetros, estaciones de bombeo y válvulas, permitiendo una cobertura amplia y eficiente.
- Sistema de abastecimiento autónomo o rural: En áreas rurales o en pequeñas comunidades, el abastecimiento de agua se realiza a través de sistemas más simples y descentralizados. Estos sistemas suelen depender de fuentes cercanas, como pozos, manantiales o ríos, y utilizan bombas manuales, bombas eléctricas o sistemas gravitatorios para transportar el agua. A menudo, el agua es tratada en pequeña escala antes de ser distribuida a los hogares.
- Sistema de abastecimiento mixto: Este tipo de sistema combina características de los sistemas públicos y autónomos, empleando tanto fuentes centralizadas como descentralizadas para el suministro de agua. En algunos casos, el agua tratada por una planta centralizada se distribuye a las zonas urbanas, mientras que en las áreas rurales se emplean fuentes alternativas o sistemas autónomos para complementar el suministro.

2.4. Marco legal

El diseño de un acueducto para abastecer de agua a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de Jaramijó, Manabí, desde el río Chico debe considerar una serie de normativas y regulaciones a nivel nacional e internacional que garantizan el cumplimiento de estándares de calidad del agua, la protección ambiental y derecho al acceso al agua potable. A continuación, se presenta un marco legal relevante para el presente estudio:

2.4.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

La Constitución de la República del Ecuador establece que el acceso al agua es un derecho fundamental de todas las personas. El artículo 12 señala que "el agua es un bien estratégico, público y social", y debe ser gestionada de manera sostenible. En este sentido, el diseño y construcción de un acueducto debe respetar este principio, promoviendo el uso eficiente y responsable de los recursos hídricos.

2.4.2. Ley de Agua (2014)

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua regula la gestión del agua en el Ecuador. Según el artículo 1, "el recurso hídrico es un bien público, inalienable, imprescriptible e indivisible", lo que implica que su uso debe ser regulado de acuerdo con criterios técnicos y ambientales. El diseño del acueducto deberá cumplir con los permisos y regulaciones para la captación de agua en el río Chico, y asegurarse de que el uso de este recurso no afecte negativamente el medio ambiente ni el acceso al agua de otras poblaciones o ecosistemas.

2.4.3. Código Orgánico del Ambiente (2017)

El Código Orgánico del Ambiente establece las normas y procedimientos para la gestión ambiental en el Ecuador. Este código regula los proyectos que puedan tener un impacto en el medio ambiente, como la construcción de un acueducto, mediante la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). La EIA debe ser realizada para evaluar los posibles efectos de la construcción del acueducto sobre el río Chico y sus alrededores, especialmente en lo que respecta a la calidad del agua, los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad.

2.4.4. Reglamento Ambiental para la Ejecución de Proyectos de Infraestructura (2019)

Este reglamento establece las condiciones y procedimientos que deben seguir los proyectos de infraestructura hídrica en el Ecuador, incluyendo la construcción de acueductos. El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos establece que, para la

obtención de permisos de captación de agua, el proyecto debe demostrar que no se afectarán negativamente las fuentes de agua, que se adoptarán medidas para la conservación de la biodiversidad, y que se evaluarán y mitigarán los impactos ambientales y sociales.

2.4.5. Normativa Técnica de la Calidad del Agua (TULSMA)

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) establece los parámetros técnicos para la calidad del agua, tanto en su estado crudo como en su versión tratada. Para el diseño del acueducto, es esencial garantizar que el agua captada del río Chico cumpla con los parámetros de calidad establecidos por el TULSMA, en cuanto a los niveles de turbiedad, microorganismos patógenos, metales pesados y otros contaminantes, de manera que sea apta para el tratamiento en la PTAP.

2.4.6. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108:2016)

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2016 establece los requisitos para el diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable. Esta norma cubre aspectos como el diseño hidráulico, las capacidades de bombeo, la distribución de agua y los materiales a utilizarse en el acueducto. El cumplimiento de esta norma es esencial para asegurar la eficiencia y durabilidad del sistema de abastecimiento de agua.

2.4.7. Norma Técnica Ecuatoriana (CPE INEN 5 Parte 9-1:1992)

La Norma Técnica Ecuatoriana CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 establece las normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Esta norma se aplica para el diseño de los diferentes sistemas a utilizarse en el acueducto.

2.4.8. Acuerdos Internacionales y Directrices de la OMS

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece directrices sobre la calidad del agua potable. Estas directrices son de vital importancia para el diseño de la PTAP y del acueducto, ya que aseguran que el agua tratada cumpla con los estándares internacionales para el consumo humano. La OMS señala que "el agua potable debe estar libre de contaminantes microbiológicos y químicos para prevenir riesgos para la salud" (OMS, 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

Los datos que emanan de investigaciones cuantitativas son considerados, a menudo, como tangibles, rigurosos y fidedignos. dichos adjetivos sugieren que estos datos poseen una precisión considerable, han sido recogidos a través de procedimientos sistemáticos y pueden ser fácilmente contrastados por otro investigador (Ugalde & Balbastre, 2013).

Por lo tanto, el enfoque de esta investigación se centra en la recopilación y análisis de información, con el fin de extraer conclusiones basadas en datos y resultados obtenidos. Para ello, se emplea un enfoque cuantitativo que permite evaluar las características técnicas y el diseño para transportar agua cruda desde el río Chico hasta la planta de tratamiento de agua potable de Jaramijó.

3.2 Alcance la investigación

La investigación descriptiva facilita un análisis crítico y detallado de la evolución de un campo de estudio, permitiendo examinar las condiciones que dieron lugar a su desarrollo y los hallazgos más significativos obtenidos en investigaciones previas. Asimismo, permite identificar problemas conceptuales y limitaciones metodológicas. Este proceso ayuda al investigador a detectar vacíos en el conocimiento o cuestiones aún no resueltas, que pueden servir como base para futuras investigaciones orientadas a ampliar y profundizar el conocimiento en una área específica (Tinto, 2013).

Esta investigación es descriptiva porque se enfoca en detallar las características técnicas para el diseño del sistema de conducción del agua. Este enfoque permite documentar los cálculos hidráulicos, materiales de las tuberías, así como los requerimientos de bombeo, considerando la topografía del terreno y la disponibilidad de agua en el río. Al enfrentar un problema técnico que demanda una solución práctica, el alcance descriptivo es pertinente, ya que permite presentar de

manera clara y ordenada los procedimientos, parámetros y especificaciones de diseño.

3.3 Técnicas e instrumentos para obtener datos

En toda investigación es necesario llevar a cabo la recolección de datos, de esta manera este es un paso fundamental para tener éxito en la obtención de resultados. El llevar adecuadamente la recolección de datos y la escogencia del método de recolección de datos es una tarea que todo investigador debe conocer y debe tener mucha práctica en ella (Hernandez & Duana, 2020).

3.3.1 Técnicas e instrumentos

Las técnicas de recolección de datos incluyen métodos y actividades que facilitan al investigador la obtención de información esencial para responder a su pregunta de investigación (Hernandez & Duana, 2020).

Los instrumentos empleados en la recolección de datos dentro de una investigación científica deben ser confiable, objetivo y válido. Si alguno de estos criterios no se cumple, el instrumento perderá su utilidad y los resultados obtenidos carecerán de legitimidad (Hernandez & Duana, 2020).

La encuesta se realizó con el objetivo de evaluar la necesidad de diseñar un nuevo acueducto para el abastecimiento de agua en la población de Jaramijó. A través de esta herramienta, se recopiló información acerca de la disponibilidad hídrica y la percepción sobre la necesidad de una nueva infraestructura de abastecimiento. Los datos obtenidos permiten sustentar la importancia del acueducto propuesto en el proyecto de investigación, proporcionando respaldo técnico y social para su justificación.

Figura 5
Encuesta de acueducto

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
ENCUESTA SOBRE UN NUEVO ACUEDUCTO Este cuestionario evalúa la percepción y necesidades de la comunidad respecto a la construcción de un nuevo acueducto que abastecerá de agua cruda a la PTAP. Agradecemos su colaboración.	
1.	Edad: <input type="checkbox"/> Menos de 18 años <input type="checkbox"/> 18 - 30 años <input type="checkbox"/> 31 - 50 años <input type="checkbox"/> Más de 50 años
2.	Género: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Prefiero no decir
3.	Tiempo que reside en la zona: <input type="checkbox"/> Menos de 1 año <input type="checkbox"/> 1 - 5 años <input type="checkbox"/> 6 - 10 años <input type="checkbox"/> Más de 10 años
4.	¿Está informado sobre la propuesta de construcción del nuevo acueducto para abastecer de agua cruda a la PTAP? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5.	¿Considera que el nuevo acueducto es necesario para mejorar el abastecimiento de agua en la zona? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No está seguro
6.	¿Cuáles cree que son los principales problemas con el abastecimiento de agua cruda actualmente? <input type="checkbox"/> Insuficiencia de agua para la PTAP <input type="checkbox"/> Mala calidad del agua cruda <input type="checkbox"/> Problemas en la infraestructura del acueducto actual <input type="checkbox"/> Falta de mantenimiento del sistema actual <input type="checkbox"/> Otros: _____
7.	¿Cuáles cree que serán los principales beneficios del nuevo acueducto? <input type="checkbox"/> Mayor disponibilidad de agua para la PTAP <input type="checkbox"/> Mejor calidad del agua cruda <input type="checkbox"/> Reducción de interrupciones en el servicio <input type="checkbox"/> Mejor planificación del abastecimiento de agua <input type="checkbox"/> Otros: _____
8.	¿Cuáles podrían ser los desafíos o preocupaciones respecto al nuevo acueducto? <input type="checkbox"/> Impacto ambiental <input type="checkbox"/> Costos elevados de inversión <input type="checkbox"/> Tiempo prolongado de construcción <input type="checkbox"/> Falta de mantenimiento a futuro <input type="checkbox"/> Otros: _____

Elaborado por: Flores (2025)

3.4 Parámetros de diseño y cálculos de diseño

3.4.1 Población

La población es el conjunto de individuos que residen en una determinada área geográfica. Su cantidad y características son fundamentales para planificar servicios básicos, como el suministro de agua potable (Poveda & Vizúete, 2024).

De acuerdo con Otárola (2024) se refiere al total de habitantes que pueden beneficiarse de un proyecto específico, en este caso, el sistema de acueducto. La población afecta directamente la cantidad de agua que debe ser distribuida.

La población que será abastecida por el acueducto debe ser cuidadosamente calculada para asegurar que se cumpla con las necesidades de agua a corto y largo plazo. Al diseñar el acueducto, se toma en cuenta el tamaño actual de la población y su crecimiento futuro proyectado para dimensionar adecuadamente la infraestructura.

3.4.2 Crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional es el aumento en el número de habitantes de una región durante un periodo específico, influenciado por tasas de natalidad, mortalidad y migración (Lara et al., 2024).

Conforme Salinas & Jiménez (2024) es el ritmo al que la población de una zona crece anualmente. Esto tiene implicaciones directas en la demanda de recursos, como el agua potable, a medida que se incrementa la población.

El crecimiento poblacional proyectado en la zona de Jaramijó es un factor determinante para el dimensionamiento del acueducto. Un diseño que no contemple el aumento de población podría ser insuficiente en el futuro, lo que generaría desabastecimiento de agua.

3.4.3 Vida útil

La vida útil es el periodo durante el cual un sistema o componente puede operar eficazmente antes de requerir reparaciones significativas o ser reemplazado (Aguayo & Heras, 2022). La vida útil es el periodo durante el cual un sistema o componente puede operar eficazmente antes de requerir reparaciones significativas o ser reemplazado (Agua, 2024).

La vida útil del acueducto es un factor clave para garantizar un abastecimiento confiable de agua durante décadas. El uso de materiales duraderos y un mantenimiento adecuado permiten extender esta vida útil, minimizando costos a largo plazo y asegurando la eficiencia del sistema.

Tabla 1

Vida Útil para Elemento de un Sistema de Agua

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

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización (1992)

3.4.4 Población del proyecto

La población del proyecto se refiere al grupo específico de personas que se beneficiará directamente del sistema de acueducto. Es la cantidad de habitantes considerados para el diseño de un sistema de abastecimiento. Este número se proyecta para asegurar la cobertura a largo plazo (Barrera & Castañeda, 2023).

En el diseño del acueducto para la PTAP de Jaramijó, la población del proyecto incluye no solo los habitantes actuales, sino también las proyecciones de crecimiento, de manera que se garantice el abastecimiento de agua durante la vida útil de la infraestructura.

Método aritmético

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

Donde:

Pf = Poblacion futura

Pa = Poblacion actual

r = Tasa de crecimiento

n = Periodo de diseño

Método geométrico

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

Pf = Poblacion futura

Pa = Poblacion actual

r = Tasa de crecimiento

n = Periodo de diseño

Método exponencial

$$Pf = Pa \times e^{re \times n}$$

Pf = Poblacion futura

Pa = Poblacion actual

re = Tasa de crecimiento

n = Periodo de diseño

Conociendo la población actual del año 2025, se proyectó la población futura para cada año hasta el final del periodo de diseño que es de 20 años, es decir, hasta el año 2045.

3.4.5 Velocidad

La velocidad en hidráulica es la rapidez con la que el agua se desplaza a través de las tuberías o canales del sistema de distribución. Se refiere a la velocidad del flujo del agua dentro de un sistema de acueducto, la cual debe ser cuidadosamente controlada para evitar daños en las tuberías (CAF, 2024).

Mantener una velocidad de flujo adecuada en el acueducto de Jaramijó es esencial para garantizar la durabilidad del sistema y un abastecimiento eficiente de agua a la PTAP.

Para determinar la velocidad:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Tabla 2

Límites Máximos de Velocidad para Conductos a Presión

MATERIALES DE LAS PAREDES	VELOCIDAD MÁXIMA m/s
Hormigón (simple o armado)	4,5 a 5
Hierro fundido y hierro dúctil	4 a 5
Asbesto – cemento	4,5 a 5
Acero	6
Cerámica vitrificada	4 a 6
Plástico	4,5

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización (1992)

3.4.6 Caudal de diseño

El caudal de diseño es el flujo máximo de agua que debe manejar un sistema para satisfacer la demanda de los usuarios bajo las condiciones más exigentes. Es el volumen de agua que un acueducto debe proporcionar por segundo o día, basado en las necesidades de la población y las condiciones de operación del sistema (Cuenca & Vidal, 2024).

El caudal de diseño para el acueducto del río Chico debe calcularse en función de la demanda futura, asegurando que la infraestructura sea capaz de suministrar suficiente agua a toda la población proyectada para los próximos años.

3.4.7 Captación

La captación es el proceso mediante el cual se extrae agua de una fuente natural, como un río, para su posterior tratamiento y distribución. Consiste en la infraestructura y los equipos necesarios para recolectar agua de una fuente superficial o subterránea (Aguayo & Heras, 2022).

La captación de agua en el río Chico para abastecer a la PTAP de Jaramijó requiere de un diseño adecuado que minimice el impacto ambiental y asegure un flujo continuo de agua para el tratamiento.

Tabla 3

Clasificación de las Obras de Captación

CLASIFICACIÓN	ABASTECIMIENTO
Muy pequeñas	Menores a 100 l/s
Pequeñas	Menores de 100 l/s
Medianas	Entre 1000 y 3000 l/s
Grandes	Mayores a 3000 l/s

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización (1992)

3.4.8 Desarenador

El desarenador es una estructura que se utiliza en el proceso de tratamiento de agua para eliminar partículas de arena y sedimentos pesados que pueden estar presentes en el agua cruda antes de su tratamiento. Se trata de un dispositivo hidráulico cuyo propósito es reducir la concentración de sólidos gruesos, como arena y grava, de manera eficiente. Su funcionamiento se basa en la sedimentación de estos materiales debido a la disminución de la velocidad del agua (Barrera & Castañeda, 2023).

El desarenador en el acueducto del río Chico es fundamental para garantizar que el agua que llega a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) esté libre de partículas gruesas que puedan dañar los equipos y afectar el proceso de potabilización. La correcta instalación y operación de este equipo mejorará la eficiencia del sistema.

3.4.9 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es un componente que sirve para almacenar el agua tratada o cruda, asegurando su disponibilidad para su distribución a la población. Suele estar ubicado cerca de las plantas de tratamiento o en puntos elevados para facilitar la presión del agua. Es una estructura de almacenamiento que se utiliza para regular el flujo de agua dentro del sistema de distribución, permitiendo una distribución continua y equilibrada, incluso en horas de mayor demanda (Cuenca & Vidal, 2024).

En el diseño del acueducto de Jaramijó, el tanque de almacenamiento juega un papel clave en la regulación del suministro de agua. Al contar con un tanque adecuado, se garantiza que haya suficiente agua disponible durante las fluctuaciones en la demanda, como en las horas pico.

3.4.10 Conducción

La conducción se refiere al sistema de tuberías o canales que transportan el agua desde su fuente o punto de captación hasta el lugar de tratamiento y distribución.

Este sistema debe ser diseñado para minimizar pérdidas y garantizar un flujo eficiente. Es el conjunto de elementos que permiten el traslado del agua, asegurando su llegada desde la captación hasta el tanque de almacenamiento o la planta de tratamiento sin interrupciones significativas (Poveda & Vizueté, 2024).

El diseño de la conducción de agua desde el río Chico hasta la PTAP de Jaramijó debe tomar en cuenta factores como la presión, el material de las tuberías y las pendientes del terreno. Esto garantizará que el agua llegue de manera eficiente y sin pérdidas considerables a la planta para su tratamiento.

3.4.11 Bombeo

El bombeo es el proceso mediante el cual se mueve el agua desde el punto de captación o el tanque de almacenamiento hacia el sistema de distribución. Este proceso es esencial para superar las diferencias de elevación y asegurar que el agua fluya a través del sistema. El bombeo es la acción de utilizar bombas hidráulicas para mover el agua de un lugar a otro. En sistemas de acueducto, se emplean para asegurar que el agua fluya desde el origen hasta la planta de tratamiento o el almacenamiento (Salinas & Jimenez, 2024).

El sistema de bombeo es crucial en el diseño del acueducto para Jaramijó, ya que asegura que el agua fluya de manera constante desde el río Chico hasta la PTAP. Las bombas deben estar dimensionadas adecuadamente para superar las resistencias del sistema y garantizar un flujo estable, incluso en condiciones de alta demanda.

3.4.12 Ubicación de la estación de bombeo

La ubicación de la estación de bombeo se refiere al sitio específico donde se instalan las bombas que impulsan el agua a través del sistema de conducción. La elección de este lugar debe optimizar el uso de energía y minimizar los costos operativos. Es el proceso de selección de un punto geográfico estratégico donde se instalarán los equipos de bombeo para facilitar el traslado del agua a través del

sistema, teniendo en cuenta factores como la topografía y la accesibilidad (Otárola, 2024).

La correcta ubicación de la estación de bombeo es esencial para maximizar la eficiencia energética en el sistema de acueducto. En el caso de Jaramijó, se debe elegir un sitio que reduzca la distancia entre el punto de captación y la planta, optimizando el consumo de energía y costos operativos.

3.4.13 Bombas

Las bombas son dispositivos mecánicos utilizados para mover líquidos, en este caso, agua. Se emplean para transportar el agua desde el punto de captación hasta la planta de tratamiento o los tanques de almacenamiento. Son equipos que se utilizan en sistemas hidráulicos para generar flujo de agua a través de un sistema cerrado de tuberías. Existen diferentes tipos de bombas, como las centrífugas, que son comúnmente usadas en sistemas de acueductos (Cartuche, et al., 2021).

La selección de las bombas para el acueducto de Jaramijó es crucial para asegurar que el agua se transporte de manera eficiente. Las bombas deben ser adecuadas al caudal de diseño y las características del sistema de conducción para minimizar el consumo de energía y garantizar la continuidad del servicio.

3.4.14 Estimación de población de diseño

Los datos de los censos realizados en ,1990,2001,2010 y 2022 obtenidos del INEC, permiten proyectar el crecimiento futuro. A continuación, se muestra una tabla con los datos históricos de Jaramijó.

Tabla 4

Registros Históricos Jaramijó

Nombre del cantón	1990	2001	2010	2022
	Total	Total	Total	Total
Jaramijó	8024	11967	18486	29759

Fuente: INEC (1990;2001;2010;2022)

Población Actual

El cantón Jaramijó tiene una superficie que abarca 96,80 km². En el año 2022, el último censo del INEC cuenta con una población de 29759 habitantes.

Índice de crecimiento

Aritmético

Para calcular el índice de crecimiento aritmético, utilizamos la siguiente formula:

$$r\% = \frac{Pf - Pa}{n \times Pa} \times 100$$

Donde:

r= Tasa de crecimiento en años

Pa= Población CENSO

Pf= Población CENSO 2010

n= Periodo de tiempo entre CENSOS (años)

Geométrico

Para calcular el índice de crecimiento geométrico, utilizamos la siguiente formula:

$$rg\% = \left[\left(\frac{Pf}{Pa} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100$$

Donde:

rg= Tasa de crecimiento geométrico

Pa= Población CENSO

Pf= Población CENSO 2010

n= Periodo de tiempo entre CENSOS (años)

Exponencial

Para calcular el índice de crecimiento exponencial, utilizamos la siguiente formula:

$$re = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pa)}{n}$$

Donde:

re= Tasa de crecimiento exponencial
Pa= Población CENSO
Pf= Población CENSO 2010
n= Periodo de tiempo entre CENSOS (años)

3.4.15 Dotación

La dotación de agua es el volumen de agua potable asignado por persona por día, expresado generalmente en litros (Avecillas, 2018). Es la cantidad de agua que un sistema debe proveer para satisfacer las necesidades básicas de cada habitante de una población. Este valor se utiliza para calcular el caudal necesario en el diseño de acueductos (Ayala et al., 2021).

La dotación utilizada en el diseño del acueducto de Jaramijó influye directamente en el caudal de diseño. Un cálculo adecuado asegura que cada habitante reciba suficiente agua para satisfacer sus necesidades diarias, incluso en situaciones de máxima demanda.

Tabla 5

Consumo de Acuerdo a Población y Tipo de Clima

Población	Clima	Consumo unitario (l/hab/día)
Menos de 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	Más de 200
	Templado	Más de 220
	Cálido	Más de 230

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización (1992)

3.4.16 Caudales

Caudal medio diario

$$Q_{med} = \frac{q \times N}{1000 \times 86400}$$

q= Dotación de la tabla

N= Número de habitantes

Caudal máximo diario

$$Q_{max.diario} = Q_{med} \times K1$$

$$k_1 = [1,3 - 1,5]$$

Qmed= Caudal medio diario

Kmaxdia= Coeficiente de variación de consumo diario (Senagua)

Caudal máximo horario

$$Q_{MH} = Q_{med} \times K2$$

$$k_2 = [2 - 2,3]$$

Caudal de la fuente

Tabla 6

Caudal de la Fuente de Agua

Vertiente	Ubicación	Caudal	Observación
Río Chico	Pasaje	2000 l/s	Sistema de bombeo

Elaborado por: Flores (2025)

Caudal de diseño

Tabla 7

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%

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización (1992)

Caudal de diseño para la captación

Para el caudal de diseño en aguas superficiales se considera un 20% adicional al caudal máximo diario.

$$Q_{capt} = 1.2 \times QMD$$

Caudal de diseño para la conducción

Para el caudal de diseño en aguas superficiales se considera un 10% adicional al caudal máximo diario.

$$Q_{cond} = 1.1 \times QMD$$

Descripción de la zona

Tabla 8

Descripción de las Zonas de los Elementos

Estructura	ESTE	NORTE	COTA
Captación	561204.024	9893802.86	14
Bombeo			
Desarenador	561204.024	9893802.86	25
Almacenamiento	561204.024	9893802.86	24
Bombeo			23
PTAP	545588.844	9890147.35	106.9

Elaborado por: Flores (2025)

La línea de conducción tiene una longitud de 25,8 km y va desde la cota m s. n. m. hasta la cota en la PTAP de Jaramijó.

Presiones

Según el (CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. , 1992) establece que: La línea piezométrica de las conducciones a presión, se calculará para las peores condiciones de flujo, y estará por lo menos 2 m más arriba de la clave del conducto, y por lo menos 1 m más arriba de la superficie.

Ecuación de pérdidas de carga

Formula universal de pérdidas de carga

$$hf = f \frac{L \times V^2}{D \times 2g}$$

hf= pérdidas de carga

f= factor de fricción

Di= Diámetro interno de la tubería

L= longitud de la tubería

V= Velocidad del flujo

Rugosidad absoluta

Tabla 9

Características Técnicas Orientado a PVC-O

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	VALOR
Resistencia minima requerida (MRS)	MPa	50,0
Módulo de elasticidad a corto plazo	MPa	> 4.000
Resistencia a tracción axial	MPa	> 48
Resistencia a tracción tangencial	MPa	> 85
Densidad	kg/dm ³	1,35 – 1,46
Temperatura Vicat	°C	> 80
Coeficiente de dilatación lineal	°C	0.8 × 10 ⁻⁴

Conductividad térmica	Kcal/mh°C	0.14 – 0,18
Rugosidad absoluta (ka)	mm	0,007
Rugosidad C (Hazen Williams)	-	150
Coefficiente de rugosidad de Manning (n)	-	0,009

Fuente: Molecor (2021)

Viscosidad cinemática:

La viscosidad cinemática del agua es dependiendo de la temperatura del agua y sale de la siguiente tabla:

Tabla 10

Temperatura, Viscosidad Cinemática y Densidad del agua

Temperatura	Viscosidad cinemática	Densidad kg/m3
0	1.7923	999,82
1	1.7321	999,89
2	1.6741	999,94
3	1.6193	999,98
4	1.5676	1000,00
5	1.5188	1000,00
6	1.4726	999,99
7	1.4288	999,96
8	1.3874	999,91
9	1.3479	999,85
10	1.3101	999,77
11	1.2740	999,68
12	1.2396	999,58
13	1.2068	999,46
14	1.1756	999,33
15	1.1457	999,19
16	1.1168	999,03
17	1.0888	998,86
18	1.0618	998,68
19	1.0356	998,49
20	1.0105	998,29

21	0.9863	998,08
22	0.9629	997,86
23	0.9403	997,62
24	0.9186	997,38
25	0.8975	997,13
26	0.8774	996,86

Fuente: Rivas (s.f.)

Para determinar el número de Reynolds se utiliza la siguiente formula:

$$Re = \frac{V \times Di}{\mu}$$

Para el factor de fricción, si el flujo laminar ($Re < 2000$) el coeficiente de pérdida de carga puede ser determinado por la siguiente formula:

$$f = 64/Re$$

Para el factor de fricción, si el flujo turbulento ($Re > 4000$) el coeficiente de pérdida de carga puede ser determinado por la siguiente formula:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{E}{3,71 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Perdidas menores

$$hf = k \frac{v^2}{2g}$$

Tabla 11

Valores Aproximados de K (Perdidas Localizadas)

Pieza y pérdida	K
Codo de 90°	0,90
Codo de 45°	0,40
Rejilla	0,75
Válvula de pie	1,75
Válvula de retención	2,50
Velocidad	1,00

Fuente: Azevedo (1976)

3.4.17 Golpe de Ariete

El golpe de ariete, también conocido como choque hidráulico, es un aumento repentino de presión en un sistema de agua, provocado por un cambio brusco en la dirección o velocidad del flujo. Cuando una válvula de cierre rápido se cierra abruptamente, detiene el movimiento del agua dentro de las tuberías, transfiriendo la energía de presión a la válvula y a las paredes de la tubería. Esto genera ondas de presión que se propagan a través del sistema, desplazándose hacia atrás hasta encontrar un obstáculo sólido, tras lo cual continúan su recorrido en ambas direcciones de manera repetitiva (Lahlou)

Conducción a bombeo y a gravedad

La conducción requiere el uso de equipos electromecánicos, como es la bomba y el motor, para su impulsión. El proceso de captación inicia en el río Chico y se extiende hasta el desarenador, que se encuentra con un desnivel de 9 metros respecto al punto de captación. Desde el desarenador, el agua pasa hacia un tanque de almacenamiento, en donde se impulsará el agua hasta la PTAP.

Se contempla la construcción de un desarenador y tanque de almacenamiento.

Criterios para el diseño

- Población futura

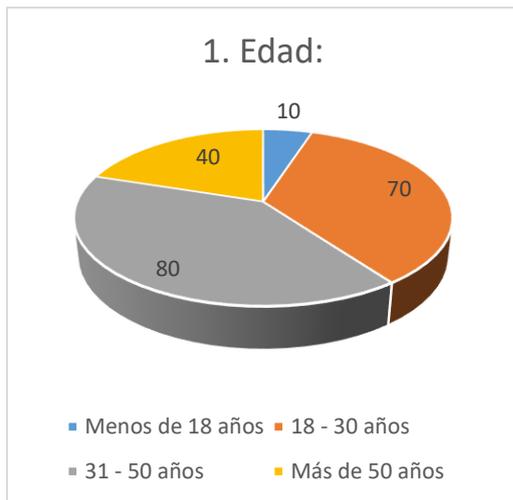
- Dotación
- Caudal de diseño en la captación y conducción
- Con los resultados de la topografía, considerar la instalación de estructuras y accesorios debido a la diferencia de cotas en cada componente.
- Escoger el material de la tubería y considerar las especificaciones dadas por el proveedor.
- Cálculo de la línea piezométrica.

CAPÍTULO IV PROPUESTA O INFORME

4.1 Análisis e interpretación de resultados de encuesta

Figura 6

Edad:

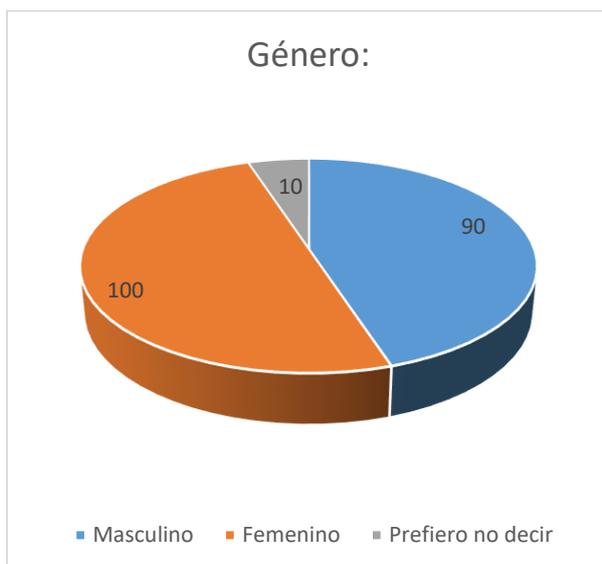


Elaborado por: Flores (2025)

De los 200 encuestados, la mayor parte de encuestados están entre la edad de 31-50 años con un 40%, 18-30 años con un porcentaje de 35%, mayores a 50 con un porcentaje de 20% y menores de 18 con un porcentaje de 5%.

Figura 7

Género:



Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 50% son de género femenino, el 45% masculino y el 5% restante prefirió no decir su género.

Figura 8

Tiempo que reside en la zona:

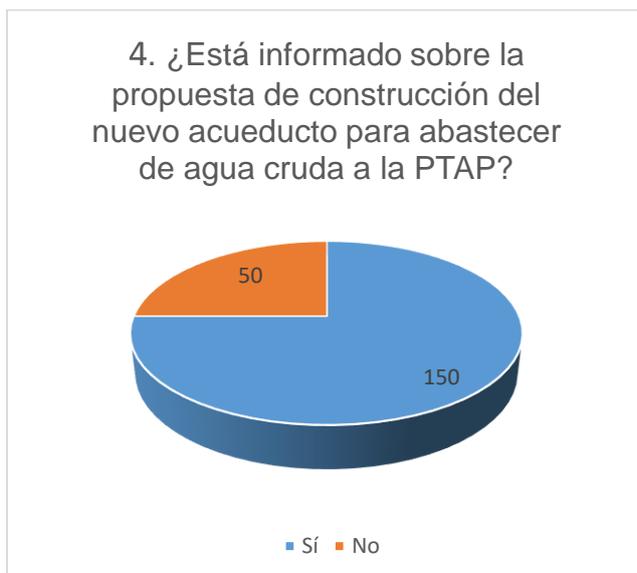


Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 40% llevan más de 10 años residiendo en Jaramijó, el 30% lleva entre 6-10 años, el 25% lleva entre 1-5 años y el 5% restante lleva menos de un año.

Figura 9

¿Está informado sobre la propuesta de construcción del nuevo acueducto para abastecer de agua cruda a la PTAP?

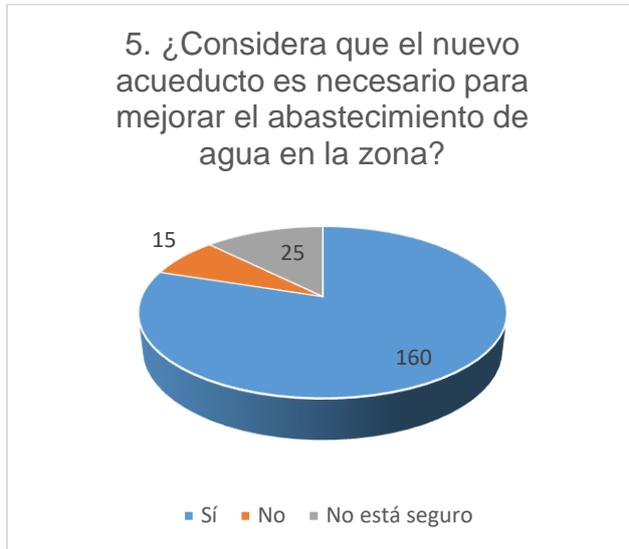


Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 75% está informado acerca del nuevo acueducto y el 25% no.

Figura 10

¿Considera que el nuevo acueducto es necesario para mejorar el abastecimiento de agua en la zona?

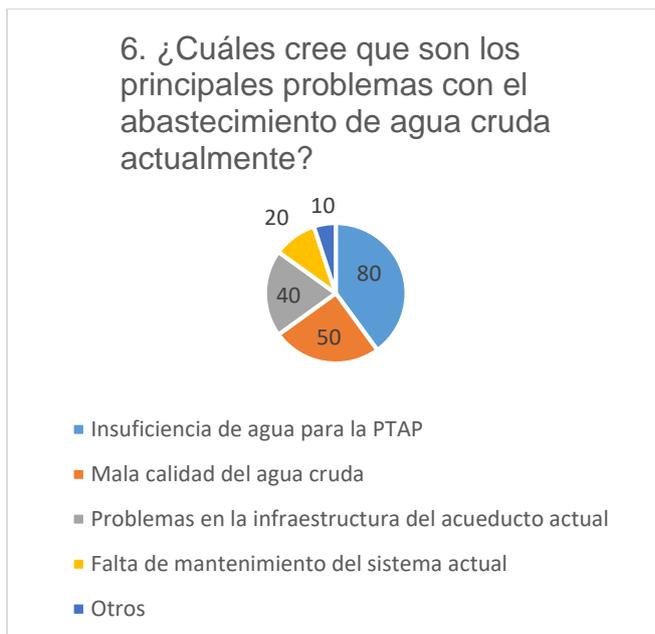


Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 80% considera que el nuevo acueducto es necesario para el abastecimiento, el 7,5% no está de acuerdo y el 12,5% no está seguro.

Figura 11

¿Cuáles cree que son los principales problemas con el abastecimiento de agua cruda actualmente?

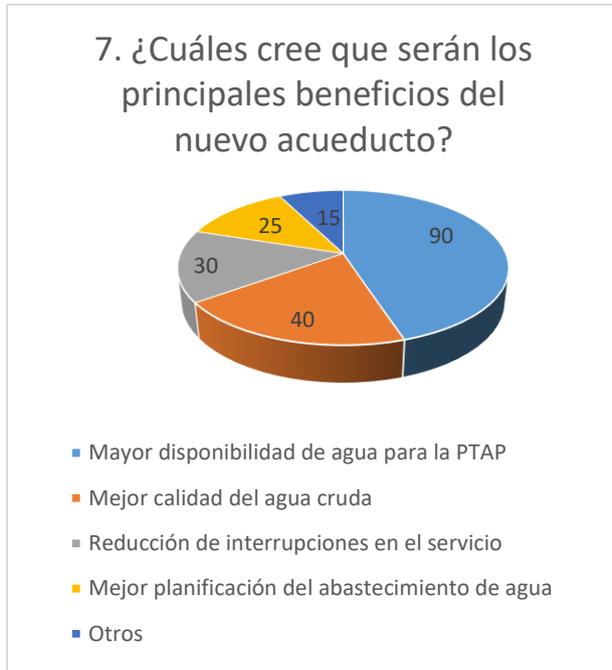


Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 40% considera que el problema principal en la insuficiencia de agua para la PTAP, el 25% considera que es la mala calidad del agua, el 20% considera problemas en la infraestructura del acueducto actual, el 10% considera la falta de mantenimiento y el 5% otros problemas.

Figura 12

¿Cuáles cree que serán los principales beneficios del nuevo acueducto?

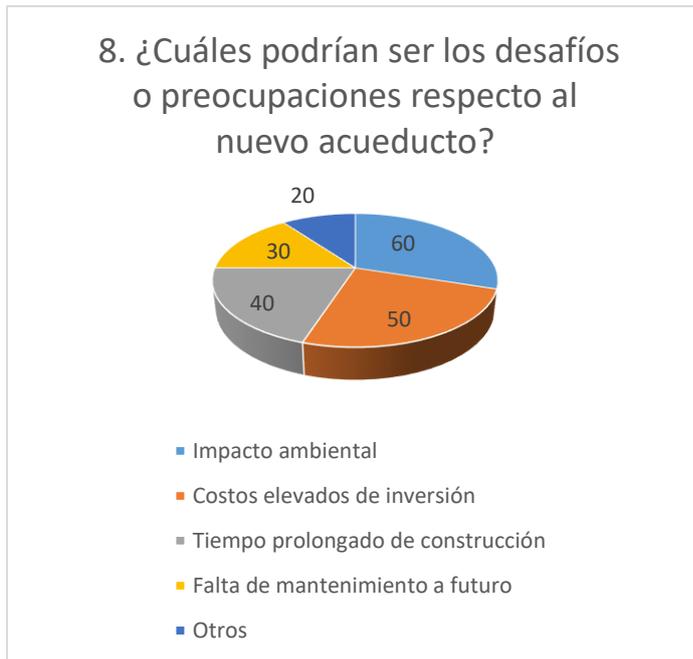


Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 45% cree que los beneficios son mayor disponibilidad de agua, el 20% cree que mejorará calidad del agua, el 15% cree en la reducción de interrupciones, el 12,5% mejor planificación y el 7,5% cree que otro.

Figura 13

¿Cuáles podrían ser los desafíos o preocupaciones respecto al nuevo acueducto?



Elaborado por: Flores (2025)

De los encuestados, el 30% considera que los desafíos que se podrían presentar son impacto ambiental, el 25% considera los costos elevados de inversión, el 20% considera el tiempo prolongado de construcción, el 15% la falta de mantenimiento y el 10% considera que otros.

4.2 Cálculo del índice de crecimiento poblacional

Aritmético

$$r\% = \frac{Pf - Pa}{n \times Pa} \times 100$$

Geométrico

$$rg\% = \left[\left(\frac{Pf}{Pa} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100$$

Exponencial

$$re = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pa)}{n}$$

Tabla 12

Índices de Crecimiento Poblacional

	Descripción	Población inicial	Población final	I.C.A	I.C.G	I.C.E
r%	1990-2001	8024	11967	4,47	3,7	3,63
r%	2001-2010	11967	18486	6,05	4,95	4,83
r%	2010-2022	18486	29759	5,08%	4,04%	3,96%
r%	1990-2022	8024	29759	8,46	4,18%	4,10%

Elaborado por: Flores (2025)

Se considera el último periodo intercensal del año 2010 - 2022

4.3 Cálculo de población futura

Método aritmético

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

Método geométrico

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

Método exponencial

$$Pf = Pa \times e^{r_e \times n}$$

Tabla 13

Cálculos de Población Futura según Método de Proyección Poblacional

Datos Demográficos				
	r%	5,08%	4,04%	3,96%
No.		Aritmética	Geométrica	Exponencial
		(hab)	(hab)	(hab)
	2022	29759	29759	29759
0	2022	29759	29759	29759
1	2023	31271	30961	30961
2	2024	32783	32212	32212
3	2025	34294	33513	33513
4	2026	35806	34867	34867
5	2027	37318	36276	36275
6	2028	38830	37742	37740
7	2029	40341	39266	39265
8	2030	41853	40853	40851
9	2031	43365	42503	42501

10	2032	44877	44220	44218
11	2033	46388	46007	46004
12	2034	47900	47865	47862
13	2035	49412	49799	49796
14	2036	50924	51811	51807
15	2037	52435	53904	53900
16	2038	53947	56082	56077
17	2039	55459	58348	58343
18	2040	56971	60705	60699
19	2041	58482	63157	63151
20	2042	59994	65709	65702
21	2043	61506	68364	68356
22	2044	63018	71126	71117
23	2045	64529	73999	73990
24	2046	66041	76989	76979
25	2047	67553	80099	80088
26	2048	69065	83335	83324
27	2049	70576	86702	86689
28	2050	72088	90204	90191

Elaborado por: Flores (2025)

4.4 Dotación

La dotación es la cantidad de agua potable consumida, en promedio por cada habitante. Con una población de más de 50000 habitantes, encaja Jaramijó, por ser de clima cálido, el consumo está en más de 230 l/hab/día, por lo que adoptaremos un consumo de 230 L/hab/día.

4.5 Cálculo de caudales

Caudal medio diario

$$Q_{med} = \frac{q \times N}{1000 \times 86400}$$

q= Dotación de la tabla

N= Número de habitantes

$$Q_{med} = \frac{230 \times 73990}{1000 \times 86400} = 0,196964 = 196,96 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario

$$Q_{max.diario} = Q_{med} \times K1$$

$$k_1 = [1,3 - 1,5]$$

$$Q_{max.diario} = 196,96 \times 1,3 = 256,05 \text{ l/s}$$

Qmed= Caudal medio diario

Kmaxdia= Coeficiente de variación de consumo diario (Senagua)

Caudal máximo horario

$$Q_{MH} = Q_{med} \times K2$$

$$k_2 = [2 - 2,3]$$

$$Q_{MH} = 196,96 \times 2 = 393,92 \text{ l/s}$$

4.6 Cálculo de caudal de diseño de la captación y conducción

Captación

$$Q_{capt} = 1.2 \times Q_{MD}$$

$$Q_{capt} = 1.2 \times 256,05 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 307,26 \text{ l/s}$$

Conducción

$$Q_{cond} = 1.1 \times Q_{MD}$$

$$Q_{cond} = 1.1 \times 256,05 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 281,66 \text{ l/s}$$

4.7 Cálculo de pérdidas en la tubería entre la bomba de captación y la descarga en el desarenador

Datos

Material de la tubería: PVC – O PN20

Caudal de diseño para la captación= 307,26 l/s

Diámetro nominal de la tubería= 500 mm

Diámetro interno= 468,6 mm

Cálculo del coeficiente de fricción

Velocidad

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times Di^2}$$
$$v = \frac{4 \times 0,30726}{\pi \times 0,4686^2} = 1,7816 \text{ m/s}$$

Área de la tubería

$$A = \frac{\pi}{4} \times Di^2$$
$$A = \frac{\pi}{4} \times 0,4686^2 = 0,173 \text{ m}^2$$

Rugosidad absoluta

$$E = 0,007 \text{ mm} = 0,0000007 \text{ m}$$

Viscosidad cinemática

$$\mu = 23 \text{ }^\circ\text{C} = 0,0000009403 \text{ m}^2/\text{s}$$

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{V \times Di}{\mu}$$
$$Re = \frac{1,7816 \times 0,4686}{0,0000009403} = 887863,19 > 4000 \text{ Turbulento}$$

Factor de fricción

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{E}{3,71 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$
$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{0,0000007}{3,71 \times 0,4686} + \frac{5,74}{887863,19^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,01187 = 0,012$$

Cálculos en pérdidas localizadas

Longitud= 26 m

Velocidad= 1,7816 m/s

Área de la tubería= 0,173 m²

Factor de fricción= 0,012

Perdidas por fricción, H_f

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

$$hf = 0,012 \frac{26 \times 3,174^2}{0,4686 \times 2(9,81)} = 0,1077 = 0,11 \text{ m}$$

Perdidas menores

$$hf = k \frac{v^2}{2g}$$

Perdidas en la válvula check

de válvulas= 1

Factor de pérdidas, k= 2,5

$$hf = 2,5 \frac{1,7816^2}{2(9,81)} = 0,404 \text{ m}$$

Perdidas en los codos de 90°

de codos= 4

Factor de pérdidas, k= 0,9

$$hf = 0,9 \frac{1,7816^2 \times 4}{2(9,81)} = 0,582 \text{ m}$$

Perdidas por la descarga del flujo en el desarenador

Factor de pérdidas, k=1

$$hf = 1 \frac{1,7816^2}{2(9,81)} = 0,162 \text{ m}$$

Suma total de pérdidas= $0,11 \text{ m} + 0,404 \text{ m} + 0,582 \text{ m} + 0,162 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$

4.8 Golpe de Ariete desde las bombas de succión – descarga del desarenador

Caudal de diseño, Qd= 0,30726 m³/s

Material de la tubería = PVC - O

Resistencia de la tubería = 20 PN

Diámetro nominal de la tubería, DN = 500

Diámetro interno de la tubería, Di = 468,6

Diferencia de altura geométrica, Hg = 9 m

Perdidas en la tubería= 1,3 m

Altura dinámica, Hd =10,3 mca

Módulo de elasticidad de la tubería, E= $2.81 \times 10^8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

$$k = \frac{10^{10}}{E} = 36$$

Área interior de la tubería, A

$$A = \frac{Di^2 \times \pi}{4}$$

$$A = \frac{0,4686^2 \times \pi}{4} = 0,172 \text{ m}^2$$

Espesor de la tubería, e

$$e = \frac{DN - Di}{2}$$

$$e = \frac{500 - 468,6}{2} = 15,7 \text{ mm}$$

Velocidad del flujo, V

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,307}{0,172} = 1,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Celeridad de la onda, a

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{Di}{e}}}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 36 \times \frac{468,6}{15,7}}} = 295,45$$

Incremento de la presión en el golpe de Ariete ALLIEVI

$$\Delta H = \frac{a \times V}{g}$$

$$\Delta H = \frac{295,45 \times 1,78}{9,81} = 53,61 \text{ mca}$$

Presión máxima por el golpe de Ariete

$$H_{max} = H_g + \Delta H$$

$$H_{max} = 9 + 53,61 = 62,61$$

4.9 Cálculo de la potencia de bomba de la captación

Datos

Caudal de diseño captación= 307,26 l/s

Cota de captación en el río= 16 msnm

Cota del desarenador = 25 msnm

Pérdidas en la tubería = 1,3 m

Eficiencia de las bombas, $\eta = 0,85$ (Condición mínima)

Altura geométrica, $H_g = 9$ m

Altura dinámica

$$H_d = H_g + \text{Pérdidas en la tubería}$$

$$H_d = 9 + 1,3 = 10,30 \text{ m}$$

Potencia calculada de bombeo

$$P_b = \frac{Q_d \times H_d}{76 \times \eta}$$

$$P_b = \frac{307,26 \times 10,30}{76 \times 0,85} = 48,99$$

Bomba comercial de **50 HP**

Potencia del motor, P+10%

$$P_m = 1,1 \times \text{bomba comercial}$$

$$P_m = 1,1 \times 50 = 55 \text{ HP}$$

Se instalarán 2 bombas y 2 motores con las potencias indicadas

4.10 Cálculo hidráulico del desarenador

Datos

Caudal de diseño del desarenador, $Q_d = 307,26$ l/s

Temperatura del agua = 23 °C

Viscosidad cinemática del agua, $\mu = 0,009403 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$

Relación Longitud/Ancho, $RLB = 4$

Densidad del agua, $\rho = 0,99762 \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$

Profundidad útil, $H = 3 \text{ m} = 300 \text{ cm}$

Diámetro de las partículas de arena, $d_s = 0,07 \text{ mm} = 0,007 \text{ cm}$

Densidad de las partículas $\rho_s = 2,65 \frac{gm}{cm^3}$ (Arena cuarzo)

Profundidad de sedimentos= 0,5 m

Cálculo de parámetro de sedimentación

Velocidad de sedimentación de las partículas

$$V_s = \frac{g \times (p_s - p) \times d_s^2}{(18 \times \mu)}$$
$$V_s = \frac{981 \times (2,65 - 0,99762) \times 0,007^2}{(18 \times 0,009403)} = 0,469 \text{ cm/s}$$

Tiempo en que la partícula tarda en llegar al fondo

***Se recomienda que H esté entre 150 y 450 cm**

H= 3.00 m = 300cm

Formula

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{300 \text{ cm}}{0,469 \text{ cm/s}} = 639,66 \text{ s} = 10,66 \text{ min}$$

***Se debe tener en cuenta que las condiciones ideales no existen, que las velocidades no son constantes, que existen zonas muertas y que puede haber partículas no removidas con Vs mayor a Vo. Por lo tanto, usamos un factor de seguridad.**

Cálculo del número de Hazen – Willians o coeficiente de rugosidad

Tabla 14

Condiciones y Porcentaje de Remoción

Condiciones	Porcentaje de remoción								Observación
	87,50%	80%	70%	75%	65%	60%	55%	50%	
n=1	7	4	3	2.3	1.8	1.5	1.3	1	Deflectores deficientes
n=3	2.75		1.66					0.76	Deflectores buenos
n=4	2.37		1.52					0.73	Deflectores buenos
n=max.teo	0.88		0.75					0.5	Caso teórico

Fuente: López (1995)

Se asume un porcentaje de remoción del 70% y asumiremos deflectores deficientes por lo que la condición es n= 1

$$Hz = 3$$

El período de retención hidráulico

$$tr = Hz \times t$$

$$tr = 3 \times 639,66 \text{ s} = 1918,98 \text{ s} = 0,53 \text{ h}$$

***tr debe estar entre 0,5 y 4 horas**

El volumen del tanque será, por consiguiente:

$$v = Q \times tr$$

$$Vol = 1918,98 \times 0,30726 = 589,63 \text{ m}^3$$

Área superficial y dimensiones del tanque

$$Vol = B \times L \times H = As \times H$$

$$As = \frac{Vol}{H}$$

$$As = \frac{589,63}{3} = 196,54 \text{ m}^2$$

De estos resultados se obtiene las dimensiones del tanque

$$B = \left(\frac{As}{RLB} \right)^{0,5}$$

$$B = \left(\frac{196,54}{4} \right)^{0,5} = 7,01 \text{ m}$$

$$L = B \times RBL$$

$$L = 7,01 \times 4 = 28,04 \text{ m}$$

Estos últimos resultados son aproximados a:

$$L = 7 \text{ m}$$

$$B = 28 \text{ m}$$

*** L/B Se recomienda que esté entre 3 y 5**

Cálculo de los elementos del desarenador

Altura del agua en el vertedero

$$Hv = \left(\frac{Qd}{1,84 \times B} \right)^{0,6667}$$

$$Hv = \left(\frac{0,30726}{1,84 \times 7} \right)^{0,6667} = 0,083$$

Velocidad de agua en el vertedero

$$Vv = \frac{Q}{B \times Hv}$$

$$Vv = \frac{0,30726}{7 \times 0,08} = 0,55$$

Pantalla de entrada

Profundidad

$$\frac{H}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ m}$$

Distancia a la pantalla de orificios

$$\frac{L}{4} = \frac{28}{4} = 7 \text{ m}$$

Orificios

Datos

Diámetro de orificios, $Do = 0,2 \text{ m}$

Velocidad en cada orificio, $Vo = 0,15 \text{ m/s}$

Área de orificios, Ao

$$Ao = \frac{Do^2 \times \pi}{4}$$

$$Ao = \frac{0,2^2 \times \pi}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

Área total de orificios, A_{total}

$$A_{total} = \frac{Qd}{Vo}$$

$$A_{total} = \frac{0,30726}{0,15} = 2,05 \text{ m}^2$$

Numero de orificios

$$\#orificios = \frac{A_{total}}{Ao}$$

$$\#orificios = \frac{2,05}{0,0314} = 65$$

Pantalla de salida

Profundidad

$$\frac{H}{2} = \frac{3,00}{2} = 1,5 \text{ m}$$

Distancia del vertedero a la salida

$$15 \times H_v = 15 \times 0,08 = 1,24 \text{ m}$$

Cálculo para procesos en la evacuación de sedimentos

Además del funcionamiento hidráulico de la tubería, un criterio importante para la selección del diámetro es el tiempo de vaciado del desarenador.

Datos:

Cota de la descarga del desagüe al río= 19 msnm

Cota de la lámina de agua sobre la tubería = 25 msnm

Longitud de la tubería, L= 50 m

Pérdidas en la tubería(Asumida), f= 1 m

Diámetro de la tubería= 0,4 m

Área interna de la tubería, $A_i = \frac{D^{0,4} \times \pi}{4} = 0,1257 \text{ m}^2$

Factor de perdidas = 0,02

Condiciones al inicio del vaciado del desarenador

Datos

Altura máx. disponible, $\Delta h_{max} = 2 \text{ m}$

Caudal Q

$$Q = \frac{(\Delta h_{max} \times D \times \pi^2 \times g)}{(8 \times f \times L)^{0,5}}$$

$$Q = \frac{(2 \times 0,4 \times \pi^2 \times 9,81)}{(8 \times 0,02 \times 50)^{0,5}} = 0,498 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad al inicio de la operación

$$V = \frac{Q \times 4}{D^2 \times \pi}$$

$$V = \frac{0,498 \times 4}{0,4^2 \times \pi} = 3,96 \text{ m/s}$$

Condiciones durante el vaciado del desarenador

Datos:

Altura media disponible, $H_{med} = 1 \text{ m}$

Caudal medio de evacuación

$$Q = \frac{(H_{med} \times D \times \pi^2 \times g)}{(8 \times f \times L)^{0,5}}$$

$$Q = \frac{(1 \times 0,4 \times \pi^2 \times 9,81)}{(8 \times 0,02 \times 50)^{0,5}} = 0,352 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad media de evacuación

$$V = \frac{Q}{A_i}$$

$$V = \frac{0,352}{0,1257} = 2,80 \text{ m/s}$$

Tiempo del vaciado del desarenador

Área superficial del desarenador, A_s

$$A_s = B \times L$$

$$A_s = 7 \times 28 = 196 \text{ m}^2$$

Área de la sección de la tubería de evacuación, A_o

$$A_o = \frac{D^2 \times \pi}{4}$$

$$A_o = \frac{0,4^2 \times \pi}{4} = 0,126 \text{ m}^2$$

Volumen de agua

$$V = H \times B \times L$$

$$V_a = 3 \times 7 \times 28 = 588 \text{ m}^3$$

Volumen de sedimentos

$$V_s = \frac{B \times L \times H_{sedimentos}}{2}$$

$$V_s = \frac{7 \times 28 \times 0,5}{2} = 49 \text{ m}^3$$

Volumen a ser evacuado

$$\text{Volumen a evacuar} = V_a + V_s$$

$$V_e = 588 \text{ m}^3 + 49 \text{ m}^3 = 637 \text{ m}^3$$

Tiempo de vaciado

$$\text{Tiempo de vaciado} = \frac{V_e}{Q_{\text{medio evacuacion}}}$$

$$\text{Tiempo de vaciado} = \frac{637 \text{ m}^3}{0,352 \text{ m}^3/\text{s}} = 1809 \text{ s} = 30,16 \text{ min}$$

Tiempo del llenado del desarenador

Datos:

Volumen a ser evacuado, $V_e = 637 \text{ m}^3$

Tiempo de llenado del desarenador

$$T = \frac{V_e}{Q_d} = \frac{637}{0,30726} = 2073,16 \text{ s} = 34,55 \text{ min}$$

Tiempo total de vaciado y llenado del desarenador

$$\text{Tiempo total} = 34,55 + 30,16 = 64,72 \text{ min}$$

Volumen bombeado a la PTAP

$$V_b = \frac{Q_o \times 60 \times \text{Tiempo total}}{1000}$$

$$V_b = \frac{256,05 \times 60 \times 58,55}{1000} = 994,06 \text{ m}^3$$

Capacidad útil del tanque – cárcamo de bombeo

Este tanque tendrá una capacidad mayor que el volumen de agua que se bombea durante el tiempo total de vaciado, limpieza y llenado del desarenador.

Capacidad del tanque = 1000 m³

4.11 Cálculo hidráulico de la línea de impulsión

Datos:

Longitud de la tubería = 25800 m

Caudal de diseño, $Q_d = 0,28166 \text{ m}^3/\text{s}$

4.11.1 Cálculo del diámetro preliminar

Formula del manual de hidráulica de AZEVEDO NETTO

$$D_{pr} = 0,9 \times Q_d^{0,45}$$

$$D_{pr} = 0,9 \times 0,28166^{0,45} = 0,50888 = 508,88$$

En base al diámetro preliminar de la tubería, se seleccionan 3 alternativas para el cálculo:

4.11.2 Alternativa DN= 400 mm PN 20

Tabla 15

Alternativa DN=400 mm PN20

DATOS	TRAMO PASAJE – PTAP JARAMIJÓ
Diámetro interno	374,8 mm
Viscosidad cinemática a 23°C	0,0000009403 m ² /s
Longitud de la tubería	25800 m
Material de la tubería	PVC - O
Rugosidad	0,007
Caudal de diseño	0,28166 m ³ /s

Elaborado por: Flores (2025)

Área

$$A = \frac{Di^2 \times \pi}{4}$$

$$A = \frac{0,3748^2 \times \pi}{4} = 0,1103$$

Velocidad media

$$V = \frac{Qd}{A}$$

$$V = \frac{0,28166}{0,1103} = 2,556 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{V \times Di}{\mu}$$

$$Re = \frac{2,556 \times 0,3748}{0,0000009403} = 1018810$$

Factor de fricción

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{E}{3,71 \times Di} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{0,007}{3,71 \times 0,3748} + \frac{5,74}{1018810^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,0120$$

Factor de fricción f+10%

$$= 1,1 \times 0,0120 = 0,0132 \text{ con pérdidas menores}$$

Pérdidas de fricción

$$hf = \frac{f \times 1000 \times V^2}{D \times 2g}$$

$$hf = \frac{0,0132 \times 1000 \times 2,556^2}{0,3748 \times 2g} = 11,76 \frac{m}{km}$$

Cálculo de la potencia de bombeo

PASAJE – PTAP

Datos

Longitud= 25,8 Km

Cota de la EB PASAJE= 24 msnm

COTA DE LA PTAP= 126 msnm

$\eta = 0,8$

Pérdidas

$$P = L \times Hf$$

$$P = 25,8 \times 11,76 = 303,37$$

Altura piezometrica EB.

$$H_{piez.} = \text{cota EB} + (\text{cota PTAP} - \text{cota EB}) + P$$

$$H_{piez.} = 24 + (126 - 24) + 303,37 = 429,37$$

Altura piezometrica PTAP

$$H_{piez. PTAP} = H_{piez.} - P$$

$$H_{piez. PTAP} = 429,37 - 303,37 = 126$$

Altura dinámica

$$H_d = H_{piez.} - \text{Cota EB}$$

$$Hd = 429,37 - 24 = 405,37$$

Potencia de la bomba

$$P_b = \frac{Q_d \times Hd}{76 \times \eta}$$

$$P_b = \frac{0,28166 \times 405,37}{76 \times 0,8} = 1880 \text{ HP}$$

4.11.3 Alternativa DN= 500 mm PN 20

Tabla 16

Alternativa DN=500 mm PN 20

DATOS	TRAMO PASAJE – PTAP JARAMIJÓ
Diámetro interno	468,6 mm
Viscosidad cinemática a 23°C	0,0000009403 m ² /s
Longitud de la tubería	25800 m
Material de la tubería	PVC - O
Rugosidad	0,007
Caudal de diseño	0,28166 m ³ /s

Elaborado por: Flores (2025)

Área

$$A = \frac{Di^2 \times \pi}{4}$$

$$A = \frac{0,4686^2 \times \pi}{4} = 0,1725$$

Velocidad media

$$V = \frac{Qd}{A}$$

$$V = \frac{0,28166}{0,1725} = 1,635 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{V \times Di}{\mu}$$

$$Re = \frac{1,635 \times 0,4686}{0,0000009403} = 814874$$

Factor de fricción

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{E}{3,71 \times Di} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{0,007}{3,71 \times 0,4686} + \frac{5,74}{814874^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,0123$$

Factor de fricción f+10%

$$= 1,1 \times 0,0123 = 0,0136 \text{ con pérdidas menores}$$

Pérdidas de fricción

$$hf = \frac{f \times 1000 \times V^2}{D \times 2g}$$

$$hf = \frac{0,0136 \times 1000 \times 1,635^2}{0,4686 \times 2g} = 3,95 \frac{m}{km}$$

Cálculo de la potencia de bombeo

PASAJE – PTAP

Datos

Longitud= 25,8 Km

Cota de la EB PASAJE= 24 msnm

COTA DE LA PTAP= 126 msnm

$$\eta = 0,8$$

Pérdidas

$$P = L \times Hf$$

$$P = 25,8 \times 3,95 = 101,92$$

Altura piezometrica EB.

$$H_{piez.} = cota EB + (cota PTAP - cota EB) + P$$

$$H_{piez.} = 24 + (126 - 24) + 101,92 = 227,92$$

Altura piezometrica PTAP

$$H_{piez. PTAP} = H_{piez.} - P$$

$$H_{piez. PTAP} = 227,96 - 101,92 = 126$$

Altura dinámica

$$H_d = H_{piez.} - \text{Cota EB}$$

$$H_d = 227,92 - 24 = 203,92$$

Potencia de la bomba

$$P_b = \frac{Q_d \times H_d}{76 \times \eta}$$

$$P_b = \frac{0,28166 \times 203,92}{76 \times 0,8} = 946 \text{ HP}$$

4.11.4 Alternativa DN= 630 mm PN 20

Tabla 17

Alternativa DN=630 mm PN 20

DATOS	TRAMO PASAJE – PTAP JARAMIJÓ
Diámetro interno	590,4 mm
Viscosidad cinemática a 23°C	0,0000009403 m ² /s
Longitud de la tubería	25800 m
Material de la tubería	PVC - O
Rugosidad	0,007
Caudal de diseño	0,28166 m ³ /s

Elaborado por: Flores (2025)

Área

$$A = \frac{D_i^2 \times \pi}{4}$$

$$A = \frac{0,5904^2 \times \pi}{4} = 0,2738$$

Velocidad media

$$V = \frac{Qd}{A}$$

$$V = \frac{0,28166}{0,2738} = 1,030 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{V \times Di}{\mu}$$

$$Re = \frac{1,030 \times 0,5904}{0,0000009403} = 646765$$

Factor de fricción

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{E}{3,71 \times Di} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{0,007}{3,71 \times 0,5904} + \frac{5,74}{646765^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,0127$$

Factor de fricción f+10%

$$= 1,1 \times 0,0127 = 0,0140 \text{ con pérdidas menores}$$

Pérdidas de fricción

$$hf = \frac{f \times 1000 \times V^2}{D \times 2g}$$

$$hf = \frac{0,0140 \times 1000 \times 1,030^2}{0,5904 \times 2g} = 1,28 \frac{m}{km}$$

Cálculo de la potencia de bombeo

PASAJE – PTAP

Datos

Longitud= 25,8 Km

Cota de la EB PASAJE= 24 msnm

COTA DE LA PTAP= 126 msnm

$$\eta = 0,8$$

Pérdidas

$$P = L \times Hf$$

$$P = 25,8 \times 1,28 = 33,13$$

Altura piezometrica EB.

$$H_{piez.} = cota EB + (cota PTAP - cota EB) + P$$

$$H_{piez.} = 24 + (126 - 24) + 33,13 = 159,13$$

Altura piezometrica PTAP

$$H_{piez. PTAP} = H_{piez.} - P$$

$$H_{piez. PTAP} = 159,13 - 33,13 = 126$$

Altura dinámica

$$H_d = H_{piez.} - Cota EB$$

$$H_d = 159,13 - 24 = 135,13$$

Potencia de la bomba

$$P_b = \frac{Q_d \times H_d}{76 \times \eta}$$

$$P_b = \frac{0,28166 \times 135,13}{76 \times 0,8} = 627 \text{ HP}$$

4.12 Cálculo del golpe de Ariete línea de impulsión PASAJE – PTAP

Datos

Caudal de diseño, $Q_d = 0,28166 \text{ m}^3/\text{s}$

Material de la tubería = PVC - O

Resistencia de la tubería = 20 PN

Diámetro nominal de la tubería, $DN = 500$

Diámetro interno de la tubería, $Di = 468,6$

Diferencia de altura geométrica, $H_g = 102 \text{ m}$

Altura dinámica en la EB, $H_d = 405 \text{ mca}$

Longitud de la tubería, $L = 25800 \text{ m}$

Coefficiente del material, k (Manual)

Datos:

$$E = 2.81 \times 10^8 \frac{kg}{m^2}$$

$$k = \frac{10^{10}}{E} = 36$$

Área interior de la tubería, A

$$A = \frac{Di^2 \times \pi}{4}$$

$$A = \frac{0,4686^2 \times \pi}{4} = 0,172 \text{ m}^2$$

Espesor de la tubería, e

$$e = \frac{DN - Di}{2}$$

$$e = \frac{500 - 468,6}{2} = 15,7 \text{ mm}$$

Velocidad del flujo, V

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,282}{0,172} = 1,64 \frac{m}{s}$$

Celeridad de la onda, a

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \times \frac{Di}{e}}}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 36 \times \frac{468,6}{15,7}}} = 295,45$$

Tiempo de parada, T

$$T = \frac{C + K \times L \times V}{g \times Hd}$$

Donde, C es función de la pendiente hidráulica de la tubería:

Si $Hd/L \leq 0,20$, $C = 1$

Si $Hd/L = 0,30$, $C = 0,60$

Si $Hd/L > 0,40$, $C = 0$

$$\frac{Hd}{L} = \frac{204}{25800} = 0,007907$$

Entonces, $C=1$

Donde K , se obtiene de:

Si $L < 500$, $K=2$

Si $L = 500$, $K=1,75$

Si $500 < L < 1500$, $K=1,5$

Si $L = 1500$, $K=1,25$

Si $L > 1500$, $K=1$

Entonces, $K=1$

$$T = \frac{1 + 1 \times 25800 \times 1,64}{9,81 \times 204} = 21,08 \text{ s}$$

Tiempo crítico, T_c

$$T_c = \frac{2L}{a}$$

$$T_c = \frac{2(25800)}{295,45} = 174,65 \text{ s}$$

Si $T_c > T$ la sobrepresión por el golpe de Ariete se calcula con ALLIEVI

Si $T_c < T$ la sobrepresión por el golpe de Ariete se calcula con MICHAUD

Golpe de Ariete

Incremento de la presión en el golpe de Ariete ALLIEVI

$$\Delta H = \frac{a \times V}{g}$$

$$\Delta H = \frac{295,45 \times 1,64}{9,81} = 49,25 \text{ mca}$$

Presión máxima por el golpe de Ariete

$$H_{max} = H_g + \Delta H$$

$$H_{max} = 102 + 49,25 = 151,25$$

CONCLUSIONES

- Se analizó que el estudio hidrológico del río Chico ha demostrado cumplir con los requerimientos para abastecer de agua cruda la PTAP de Jaramijó. Al revisar los valores de caudales presentados, se corroboró que son suficientes para cubrir la demanda de la PTAP, asegurando un suministro continuo.
- Se realizó el levantamiento topográfico que fue importante para determinar la ubicación del acueducto y sus componentes. Este trabajo permitió identificar los mejores lugares para la instalación de las bombas de succión, el desarenador, el tanque de almacenamiento, las bombas de impulsión y la conducción; y así garantizar el flujo optimizado del agua cruda.
- Se desarrollaron los cálculos hidráulicos para el diseño del acueducto en el que abarca todos los aspectos necesarios del sistema, desde las bases de diseño, que incluye la población y la dotación, hasta los factores más complejos. Los cálculos incluyeron las pérdidas de fricción a lo largo de la captación y la conducción, el golpe de Ariete, las dimensiones del desarenador y del tanque de almacenamiento. Además, se calcularon las bombas de succión e impulsión.
- Todos los cálculos fueron basados en la normativa vigente, lo que asegura que el sistema cumpla con los requerimientos operativos y técnicos necesarios.

RECOMENDACIONES

Debido a los cálculos realizados para la estimación de la población futura a abastecer, la PTAP actual no tendrá la capacidad suficiente para satisfacer la demanda de agua proyectada. Por ello, se requiere repotenciar la PTAP mediante la incorporación de módulos adicionales. Se recomienda que el Municipio de Jaramijó realice los trámites correspondientes ante el ente gubernamental competente para obtener los recursos necesarios y hacer posible este proyecto.

Esto permitirá asegurar el abastecimiento de agua para la población futura de Jaramijó.

BIBLIOGRAFIA

- Agua, C. (2024). *odelación del sistema de agua potable mediante el uso en el programa Watercad del recinto Las Mercedes. [Tesis de grado. Universidad Laica Vicente Rocafuerte].*
- Aguayo, A., & Heras, O. (2022). *Diseño de un sistema de bombeo y distribución para el abastecimiento de agua potable del recinto Blanca Flor de la provincia del Guayas.* Obtenido de [Tesis de grado. Universidad Laica Vicente Rocafuerte]: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5353>
- Avecillas, J. (2018). *Análisis y diseño para mejorar los sistemas de distribución de agua potable en el sector Tres Cerritos del cantón Pasaje, provincia de El Oro. Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Laica Vicente Rocafuerte].* Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2381>
- Ayala, B., Betancourt, A., Hermosa, J., & Chaves, L. (15 de Octubre de 2021). *Optimización del Acueducto Cabecera Urbana del Municipio de Guapi.*[Tesis de grado. Universidad Piloto de Colombia]. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10998>
- Banco Mundial. (28 de Julio de 2023). *Agua.* Obtenido de https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview?utm_source=chatgpt.com#1
- Barrera, J., & Castañeda, L. (06 de Octubre de 2023). *Diseño hidráulico de un acueducto para la vereda Alejandría del municipio de Garzón, departamento del Huila, Colombia. [Tesis de grado. Universidad Militar de Granada].* Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/45819>
- CAF. (05 de Diciembre de 2024). *Proyecto de Ampliación del Acueducto Oriental, Barrera Salinidad y Transferencia a Santo Domingo Norte.* Obtenido de https://www.caf.com/es/quienes-somos/proyectos/cfa011663-proyecto-de-ampliacion-del-acueducto-oriental-barrera-salinidad-y-transferencia-a-santo-domingo-norte/?utm_source=chatgpt.com
- Canal de Isabel II. (2022). *Informe de sostenibilidad. Estado de Información No Financiera.* España. Obtenido de <https://www.canaldeisabelsegunda.es/documents/20143/26004946/InformeSostenibilidad2022.pdf>
- Cartuche, V., Cartuche, D., Neira, C., & González, L. (2021). La gobernanza y la gestión integrada de los recursos hídricos: un desafío para las comunidades indígenas. *CEDAMAZ*, 11(2), 107-114. doi:<https://doi.org/10.54753/cedamaz.v11i2.1178>
- Cedeño, H. (2020). Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 5(2), 579-604. doi:10.23857/pc.v5i2.1299
- Cerón, L., Sarria, J., Torres, J., & Soto, J. (2021). Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. *Información Tecnológica*, 32(1), 47-56. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047>

- CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. . (1992). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. Obtenido de https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/normas_disec3b1o_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf
- COMITÉ DE DERECHOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y CULTURALES. (20 de Enero de 2003). *ACNUR*. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
- Connor, R. (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua*. Italia: UNESCO. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/97a9a861-f2b6-4651-9669-46e63dbde603/content>
- Cuenca, F., & Vidal, L. (2024). *Diseño de sistema de captación de agua, para la planta de tratamiento de Saucillo*. [Tesis de grado. Universidad Laica Vicente Rocafuerte]. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7593>
- Feria, J., Altamiranda, J., & Soto, C. (2020). Uso de semillas de Tamarindus indica como coagulante natural en el tratamiento de agua cruda. *Espacios*, 41(38), 17. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a20v41n38/a20v41n38p17.pdf>
- Gallegos, Á., Oscar, U., & Lima, P. (2024). Comportamiento Hidráulico del Flujo en el Modelo Numérico de un Disipador de Energía Tipo Vórtice. *Revista Politécnica*, 54(1), 15-24. doi:<https://doi.org/10.33333/rp.vol54n1.02>
- Guzmán, C., Castaño, J., & Agudelo, J. (Marzo de 2024). *Sistema De Recirculación Y Tratamiento De Agua Para La Reducción Del Consumo Agua (RIVIO). Un Modelo De Negocio Que Aporta A La Sostenibilidad*. [Tesis de magister. Universidad Externado de Colombia]. Obtenido de <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/6894d2d6-f367-40ad-965d-14ed49f876b6/content>
- Hernandez, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *UAEH*, 51-53.
- Ibarra, E. (2019). *Diseño de Sistemas abastecimiento de agua de San Juancito de Pérez Zeledón*. [Tesis de grado. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados]. Obtenido de <https://dspaceaya.igniteonline.la/items/66a5700b-a9f8-425e-bb9f-802ea1bc5964>
- INEC. (1990). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=312&force=1>
- INEC. (2001). *Ecuador en cifras*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Manabi/Fasciculo_Jaramijo.pdf
- INEC. (2010). *Ecuador en cifras* . Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/CPV_aplicativos/datos_generales_cpv/13jaramijo.pdf

- INEC. (2022). *censoecuador*. Obtenido de https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2023/10/2022_CPV_NACIONAL_DENSIDAD_POBLACIONAL.xlsx
- Jaime, A., Martínez, J., & Torres, J. (2020). Análisis de viabilidad y diseño para el abastecimiento de agua potable en la vereda Socota del municipio de Apulo (Cundinamarca, Colombia). *Revista Mutis*, 10(1), 79-96. doi:<https://doi.org/10.21789/22561498.1604>
- Jakowski, A., Schröder, A., Frank, N., & Alsonso, J. (2021). EL ACUEDUCTO DE LOS MILLARES: DESCRIPCIÓN Y NUEVAS INVESTIGACIONES. *Cuadernos De Prehistoria Y Arqueología De La Universidad De Granada*, 255-284. doi:<https://doi.org/10.30827/cpag.v31i0.17848>
- Jara, D., & Vásquez, A. (Agosto de 2021). *Diseño estructural de un acueducto atirantado sobre una falla geológica para el sistema de agua potable de los recintos Playas, La Barquilla y El Paraíso de la parroquia Rosa Florida, cantón Sucumbíos*. Obtenido de [Tesis de grado. Universidad Internacional SEK]2021: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4528>
- Lahlou, Z. M. (s.f.). *THE NATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICES CENTER*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56502633/oscilacion_golpe_de_ariete-libre.pdf?1525646672=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DQue_es_el_Golpe_de_ariete.pdf&Expires=1739431447&Signature=O5uvP298gmiYBNyWQHrs0vfEzU7rn1u8SXKlnUZ2N5Vn8VroWs
- Lara, A., Montoya, L., Zambrano, E., Mora, W., & Molina, F. (2024). Análisis económico del crecimiento poblacional y su influencia en el desarrollo socioeconómico ecuatoriano: un enfoque econométrico. *LATAM*, 5(5). doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2687>
- Lucas, J., & Naula, A. (2022). *Diseño de un sistema de protección catódica por corriente impresa en acueductos de transporte de AA.PP*. Obtenido de [Tesis de grado. Universidad Laica Vicente Rocafuerte]: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5382>
- Lucero, J., & Duarte, J. (2023). *Estudio de viabilidad para la optimización del acueducto del casco urbano del municipio de Santa Rosalía, Vichada*. [Tesis de grado. Universidad de los Llanos]. Obtenido de <https://repositorio.unillanos.edu.co/entities/publication/46eb83fd-33de-4148-bc25-c428472bc8bd>
- Martín, L., & Montico, S. (2023). Diseño de un sistema de indicadores para la gestión integrada de los recursos hídricos (girh) en la cuenca del arroyo ludueña, santa fe. *Cuadernos del CURIHAM*, 29, 1-28. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9032081>
- Martínez, F. O. (2004). *Ecuador: Analisis del sector de agua potable y saneamiento*. Ecuador. Obtenido de <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/388>
- Mendoza, B. (30 de Diciembre de 2023). *Acueducto La Esperanza, sin mantenimiento y en conflicto con agricultores de Manabí*. Obtenido de Primicias: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/acueducto-esperanza-mantenimiento-conflicto-agricultores-manabi/>

- MOLECOR. (2021). *Molecor*. Obtenido de <https://molecor.com/sites/default/files/technicalreportes.pdf>
- Monsalve, M. (17 de Diciembre de 2024). *Ecuador hace una nueva conversión de deuda para destinar 460 millones de dólares a su Amazonia*. Obtenido de El País: https://elpais.com/america-futura/2024-12-17/ecuador-hace-una-nueva-conversion-de-deuda-para-destinar-460-millones-de-dolares-a-su-amazonia.html?utm_source=chatgpt.com
- Moran, M., Guerrero, J., Mieles, J., & Cabrera, C. (2024). Evaluación de Indicadores para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas Hidrográficas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 25-38. doi:<https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/129>
- ONU-Habitat. (s.f.). *ONU-Habitat*. Obtenido de <https://onu-habitat.org/index.php/terminos-de-uso>
- Otárola, W. (08 de Febrero de 2024). *La Participación de los habitantes de San Rafael de Puriscal en la Gestión del recurso hídrico para consumo humano*. Obtenido de [Tesis de grado. Universidad Nacional de Costa Rica]: <https://repositorio.una.ac.cr/items/5613b243-d6dc-436b-b8b0-1f9df401f876>
- Pabón, M. (05 de Junio de 2024). *agnóstico hidráulico de las redes de aducción del Acueducto Peña Negra de la vereda Llano Grande del municipio de Paipa – Boyacá*. [Tesis de grado . Universidad de Boyacá]. Obtenido de <https://repositorio.uniboyaca.edu.co/handle/uniboyaca/1202>
- Pedroza, L., & Moreno, C. (2022). *Diseño acueducto y red de distribución para municipio de Murindó Antioquia*. [Tesis de grado. Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12494/45907>
- Peralta, L., & Ospitia, J. (2023). Evaluación de la fuente de abastecimiento (Río Lindo) del sistema de potabilización del agua del municipio de Viotá Cundinamarca, con relación a las enfermedades de origen hídrico. *EIEI ACOFI*. doi:<https://doi.org/10.26507/paper.3067>
- Poveda, W., & Vizúete, M. (2024). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el recinto Yumes, cantón Palestina en la provincia del Guayas*. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27664/1/UPS-GT005133.pdf>
- Reynoso, L. (2 de Diciembre de 2024). *Comunidades aisladas, escasez de agua potable y dificultades para pescar: así vivió la Amazonía colombiana su sequía más dura*. Obtenido de El País: https://elpais.com/america/amazonia-sin-fronteras/2024-12-02/comunidades-aisladas-escasez-de-agua-potable-y-dificultades-para-pescar-asi-vivio-la-amazonia-colombiana-su-sequia-mas-dura.html?utm_source=chatgpt.com
- Salinas, R., & Jimenez, D. (2024). Demographic evolution and labor market: a perspective from the colombian caribbean region between 1985 and 2050. *Revista de Economía del Caribe*, 34. Obtenido de <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/economia/article/view/16766>

- Sánchez, J. (Septiembre de 2021). *Diseño y Construcción del Sistema de Acueducto Multiveredal la García en el Municipio de Caicedo, Antioquia*. Obtenido de [Tesis de grado. Universidad Cooperativa de Colombia]:
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/47376c43-91d3-4d2b-a054-4006421ef4d1/content>
- Schnalzer, R. (28 de Septiembre de 2021). *¿Se pregunta de dónde proviene su agua potable? Un lector lo hizo, y le respondimos*. Obtenido de Los Angeles Times:
<https://www.latimes.com/espanol/california/articulo/2021-09-28/se-pregunta-de-donde-proviene-su-agua-potable-un-lector-lo-hizo-y-le-respondimos>
- Tinto, J. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad. *Redalyc*, 138.
- Torres, C. (25 de Marzo de 2022). *Evaluación condiciones actuales acueducto municipio Nocaima Cundinamarca*. [Tesis de grado. Universidad Militar Nueva Granada]. Obtenido de
<https://repository.unimilitar.edu.co/items/34138dc5-7862-4148-b67e-0008467f2f4d>
- TULSMA. (29 de Marzo de 2017). Decreto Ejecutivo 3516 Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Ugalde, N., & Balbastre, F. (7 de Octubre de 2013). Revisitas. *Revistas UCR* . Obtenido de
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730/11978>
- Urdaneta, S., & Moreno, B. (j de 2024). *Estudio de factibilidad para el diseño metodológico del sistema de acueducto veredal en la vereda la hermosa, en el municipio de la Palma, Cundinamarca*. [Tesis de grado. Universidad Piloto de Colombia]. Obtenido de
<https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/13956>

ANEXOS

Anexo 1 CENSO ECUADOR 2022(Jaramijó)



[Índice](#)

Tabla N°: 3
Nombre de la tabla: Densidad poblacional por parroquias
Fuente: VIII Censo de Población y VII de Vivienda
Elaboración: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Provincia	Cantón	Parroquia	Población	Superficie de la parroquia	Densidad Poblacional
MANABÍ	JARAMIJÓ	JARAMIJÓ	23.753	37	308

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (C.R.M.)
REPUBLICA DEL ECUADOR

ESTUDIO DE DISEÑO DETALLADO
SOBRE LOS ESQUEMAS DE TRASVASE DE AGUA
A LAS CUENCAS DE LOS RIOS CHONE Y PORTOVIEJO

INFORME FINAL
VOLUMEN II
INFORME PRINCIPAL

MARZO 1995

NIPPON KOEI CO., LTD.
Tokio, Japón

Capítulo 3 ESTUDIOS E INVESTIGACIONES

3.1 Generalidades

En esta fase de estudio detallado, se han revisado, actualizado y complementado los estudios e investigaciones llevados a cabo para el estudio de factibilidad.

En el estudio hidrológico se revisó y actualizó el estudio de simulación de caudales, se complemento el estudio de sedimentación de los embalses, y el estudio de calidad del agua fue revisado y actualizado con nuevos análisis de calidad de agua.

Levantamientos topograficos detallados se principron en los sitios de estructuras y un levantamiento topográfico adicional se llevó a cabo para las rutas de los caminos de acceso y de la línea de transmisión.

Las investigaciones geológicas, así como también, las investigaciones de los materiales de construcción se llraron a cabo para complementar las investigaciones geotécnicas y de materiales anteriores y más aún para confirmar las condiciones geotécnicas y la disponibilidad de los materiales de construcción.

Los estudios ambientales se han revisado y llevado a efecto nuevos análisis de calidad de agua en el área de estudio y las mediciones de marea en el estuario del río Chone. También se ha revisado y actualizado el Estudio Institucional.

3.2 Hidrología

3.2.1 Generalidades

Se ha revisado el estudio hidrológico del estudio de factibilidad de los años 1991/1992, y se han actualizado y complementados los mismos en esta etapa de diseño detallado, de la manera siguiente:

- (1) Actualización de datos meteo-hidrológicos, principalmente precipitaciones.
- (2) Revisión de la confiabilidad y consistencia de los datos meteo-hidrológicos.
- (3) Análisis regional de la precipitación para generar los hidrogramas de avenida.
- (4) Generación de las series de escorrentias mensuales a largo plazo.
- (5) Análisis de sedimentos en los embalses.

las Tablas 3.2.25 a 3.2.39 en MMC. Las localizaciones de los sitios se indican en la Figura 2.3.1.

Localización	Área de Drenaje (km ²)	Tipo de Parámetros
Para Ajuste del Modelo		
B. Río Grande en A.J. Mosquito	187,2	B
C. Río Carrizal en Calceta	523,0	C
A. Río Chico en Alajuela	183,0	A
Para Simulación		
1. Sitio de presa La Esperanza	445,0	C
2. Sitio de presa Poza Honda	170,0	A
3. Sitio de presa derivadora Santa Ana	481,9	A
4. Sitio de presa derivadora La Estancilla	769,6	C
5. Río Chico en La Ciénaga	347,2	A
6. Río Portoviejo en El Ceibal	1.794,4	A
7. Río Portoviejo (confluencia con el río Chico)	1.190,0	A
8. Río Chico (confluencia con el río Portoviejo)	585,0	A
9. Estuario del río Portoviejo	2.060,0	A
10. Río Carrizal (confluencia con el río Chone)	1.166,0	C
11. Río Chone (confluencia con el río Carrizal)	755,0	B
12. Estuario del río Chone	2.267,0	B

3.3 Sedimentación y Calidad del Agua

3.3.1 Sedimentación

El embalse creado por una presa sobre el curso natural de un río está sujeto a la afluencia de sedimentos y su depósito en el embalse. En efecto, la mayoría de los embalses en el mundo sufren en la actualidad del problema de la sedimentación que podría obstaculizar una operación apropiada de la presa y el embalse.

En el proyecto, tres embalses serán interconectados mediante los esquemas de trasvases propuestos, los cuales deberán diseñarse con la debida consideración al problema de la sedimentación.

(1) Producción total de sedimentos

Los tres embalses están diseñados para almacenar la siguiente cantidad de sedimentos:

Embalse	Vida del Proyecto (Años)	Cuenca Aportante (km ²)	Sedimentos	
			Producción (MMC)	Tasa (m ³ /km ² /año)
Daule-Peripa	50	4.200	260	1.238
La Esperanza	100	445	64	1.500
Poza Honda	100	170	13	743

La presa Poza Honda fue construida en 1971. Un levantamiento batimétrico fue llevado a cabo en el embalse Poza Honda desde 1978 a 1985 para confirmar la tasa de sedimentación. La tasa de sedimentación medida fue tan alta como 1.750 m³/km²/año, dando como resultado una carga final de sedimentos de 30 MMC después de un ciclo de vida útil de 100 años.

Se ha decidido estudiar la sedimentación de embalses para los siguientes nueve casos (tres por cada embalse) para evaluar la evolución de la sedimentación.

Casos de estudio

Embalse	Vida del Proyecto (años)			
	100	50	25	12,5
Daule-Peripa		260	130	65
La Esperanza	64	32	16	
Poza Honda	30	13*	7,5	

Cifras corresponden a la producción total de sedimentos en MMC.

* Valores de diseño original de Poza Honda

(2) Acumulación de sedimentos en el embalse

El desarrollo de la acumulación de sedimentos en un embalse es algo complejo debido a la variación de los factores que influyen tales como: la fluctuación hidrológica en el agua y la afluencia de sedimentos, textura y tamaño de las partículas de sedimentos que se depositan, fluctuación en los niveles del embalse durante su operación, tamaño y forma del embalse, etc.

Tabla 3.2.19 Escorrentía a Largo Plazo Estimada en m³/seg para el Río Portoviejo (confluencia con el Río Chico)

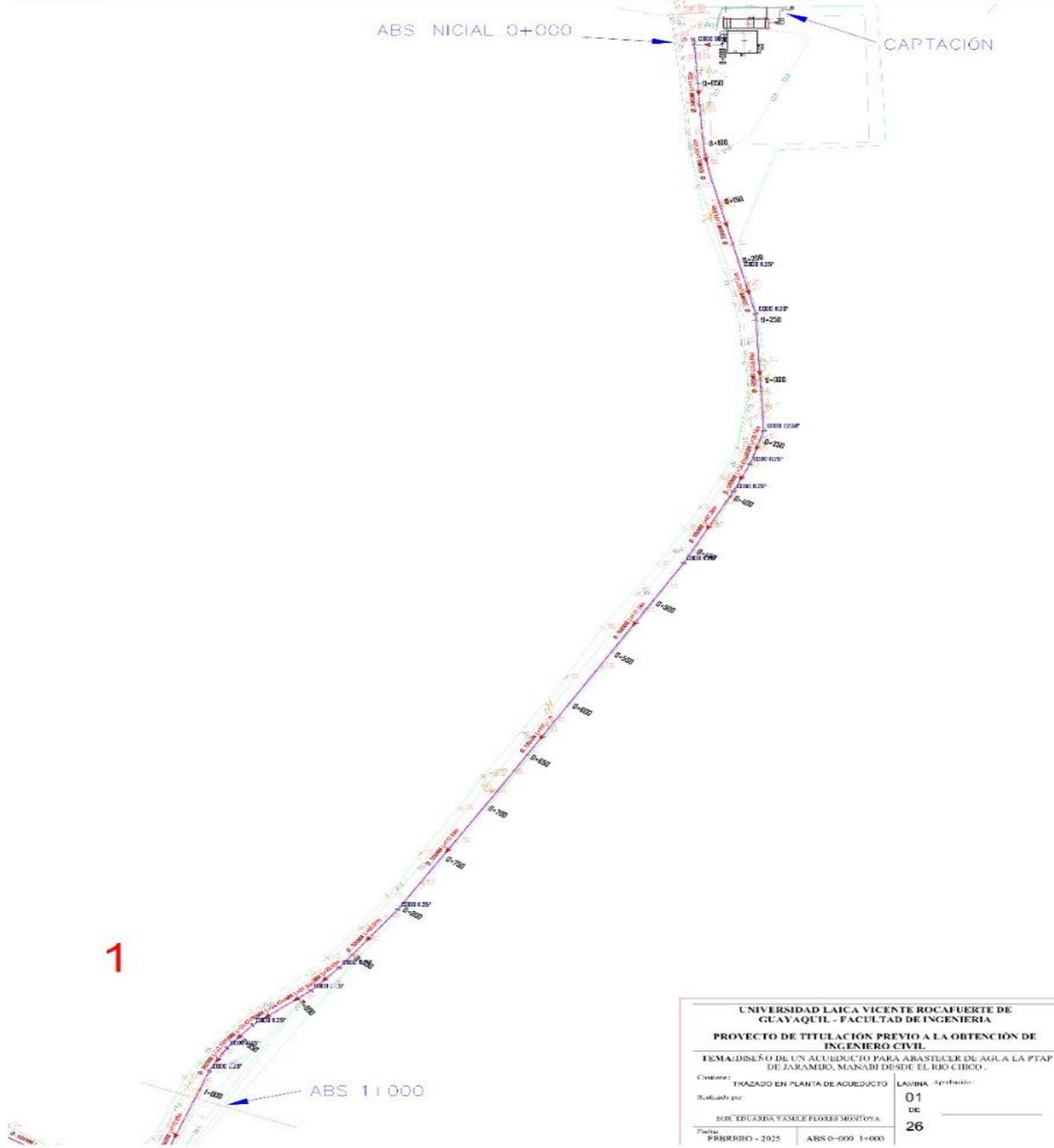
(Unidad: m³/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	7.61	5.39	30.91	31.14	10.60	8.38	7.62	6.75	6.19	5.31	4.87	4.18	10.79
1965	3.74	4.41	33.66	26.89	21.13	10.74	8.35	7.38	6.76	5.80	5.32	4.58	11.56
1966	22.52	22.00	20.81	14.32	11.40	9.79	8.39	7.44	6.82	5.85	5.36	4.60	11.61
1967	46.86	75.14	35.68	14.36	11.18	9.89	8.49	7.53	6.90	5.92	5.42	4.65	19.34
1968	4.25	18.48	4.80	4.05	3.29	3.01	2.58	2.29	2.11	1.80	1.65	1.42	4.14
1969	1.92	1.48	12.87	13.80	20.74	9.56	6.99	6.18	5.66	4.86	4.45	3.82	7.69
1970	3.74	4.87	10.26	22.99	11.17	7.56	5.93	5.25	4.81	4.13	3.79	3.25	7.31
1971	2.96	8.89	49.36	17.18	7.71	6.97	5.93	5.26	4.82	4.13	3.79	3.25	10.02
1972	3.08	9.43	36.05	18.99	10.42	21.59	10.68	9.05	8.19	6.98	6.40	5.78	12.22
1973	21.57	40.79	49.03	34.01	23.25	16.09	12.90	11.43	10.47	8.99	8.23	7.07	20.32
1974	6.27	17.61	10.97	8.09	6.14	5.62	4.81	4.26	3.91	3.35	3.07	2.65	6.40
1975	28.20	72.04	68.50	45.32	16.72	12.97	10.91	9.67	8.87	7.61	6.97	5.99	24.48
1976	31.74	58.36	58.94	52.21	30.90	23.76	15.89	13.76	12.61	10.82	9.91	8.52	27.29
1977	10.11	25.75	35.62	24.90	12.22	10.92	9.32	8.26	7.57	6.50	5.95	5.11	13.52
1978	5.54	11.35	14.28	8.46	6.48	5.32	4.54	4.03	3.69	3.17	2.90	2.49	6.02
1979	2.33	6.09	6.25	4.80	2.70	2.29	1.95	1.73	1.59	1.36	1.25	1.07	2.78
1980	0.99	1.31	5.67	13.12	6.91	3.52	3.00	2.66	2.44	2.09	1.92	1.65	3.77
1981	1.51	16.65	13.63	12.23	6.38	5.05	4.33	3.84	3.52	3.02	2.77	2.37	6.28
1982	2.21	2.20	2.46	1.61	1.36	1.20	1.03	0.91	0.83	1.05	2.92	27.49	3.77
1983	57.79	74.75	78.00	94.67	96.36	83.00	79.57	47.13	38.17	21.77	19.62	16.85	58.97
1984	15.65	51.39	68.75	31.26	17.34	15.43	13.24	11.74	10.76	9.23	8.46	7.45	21.73
1985	6.99	9.54	15.25	15.89	8.17	6.88	5.80	5.14	4.71	4.04	3.71	3.19	7.44
1986	38.45	23.56	12.13	14.55	8.04	7.11	6.10	5.41	4.95	4.25	3.90	3.34	10.98
1987	6.56	58.30	43.36	56.48	31.91	14.65	11.95	10.71	9.71	8.33	7.64	6.56	22.18
1988	6.49	21.10	11.99	18.72	11.74	8.38	7.17	6.36	5.83	5.00	4.58	3.94	9.28
1989	34.75	60.04	49.67	38.18	16.46	17.79	10.79	9.56	8.76	7.52	6.89	5.91	21.78
1990	5.32	5.63	8.03	9.75	4.43	3.98	3.41	3.03	2.77	2.38	2.18	1.87	4.40
1991	2.09	4.12	11.36	4.90	3.00	2.41	2.03	1.80	1.65	1.41	1.29	1.11	3.10
1992	11.03	29.65	71.89	73.97	64.60	36.17	15.63	13.43	12.31	10.56	9.68	8.31	29.27
MAX	57.79	75.14	78.00	94.67	96.36	83.00	79.57	47.13	38.17	21.77	19.62	27.49	58.97
MEDIA	13.53	25.53	30.01	25.06	16.65	12.40	9.98	8.00	7.15	5.77	5.34	5.46	13.74
MIN	0.99	1.31	2.46	1.61	1.36	1.20	1.03	0.91	0.83	1.05	1.25	1.07	2.78

T-25

Anexo 3 Topografía

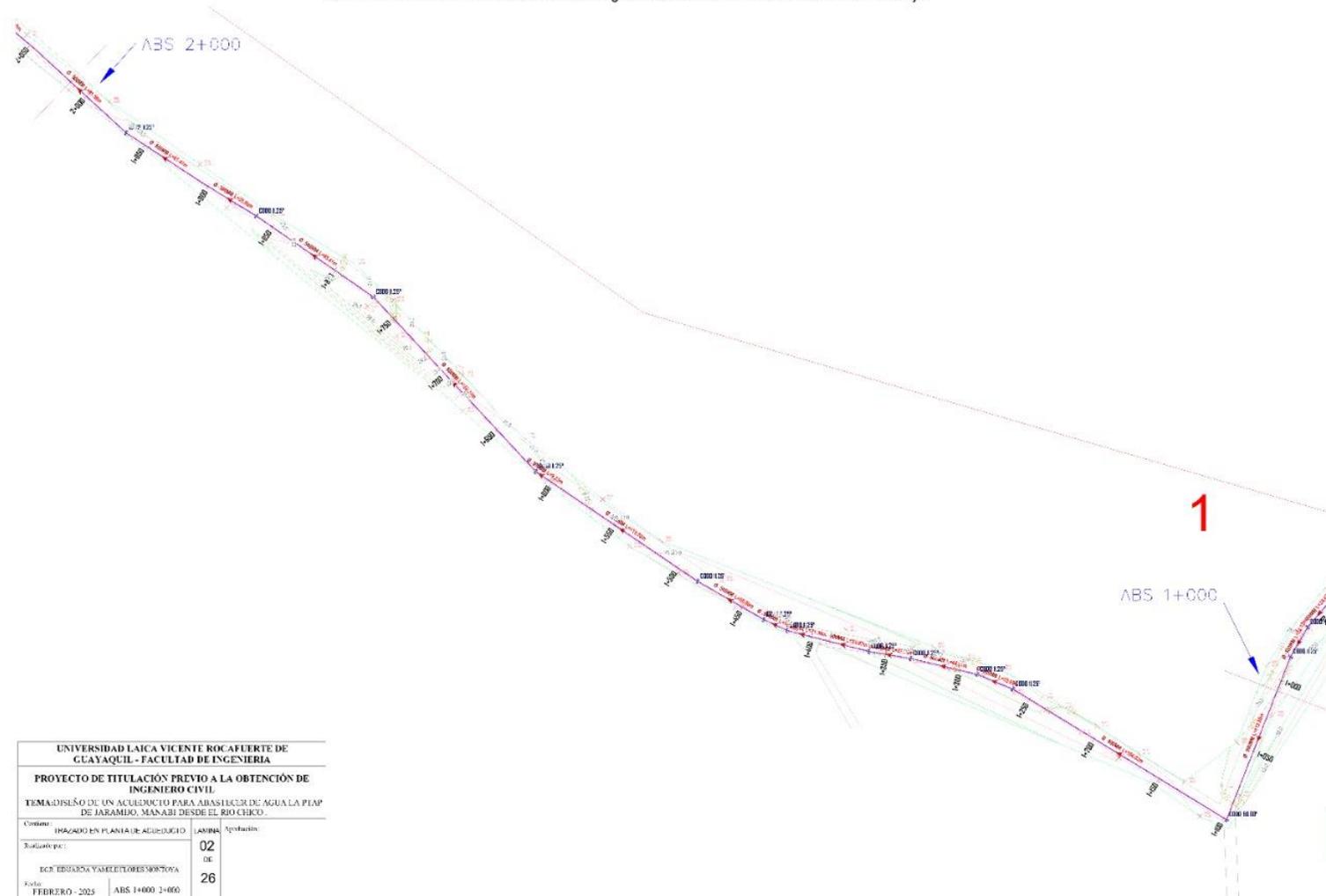
Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	TRAZADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Diseñado por:	ING. EDUARDO VÁSQUEZ FLORES MONTANO
Fecha:	FEBRERO - 2025
LÁMINA	01
DE	26
ABS 0+000	1+000

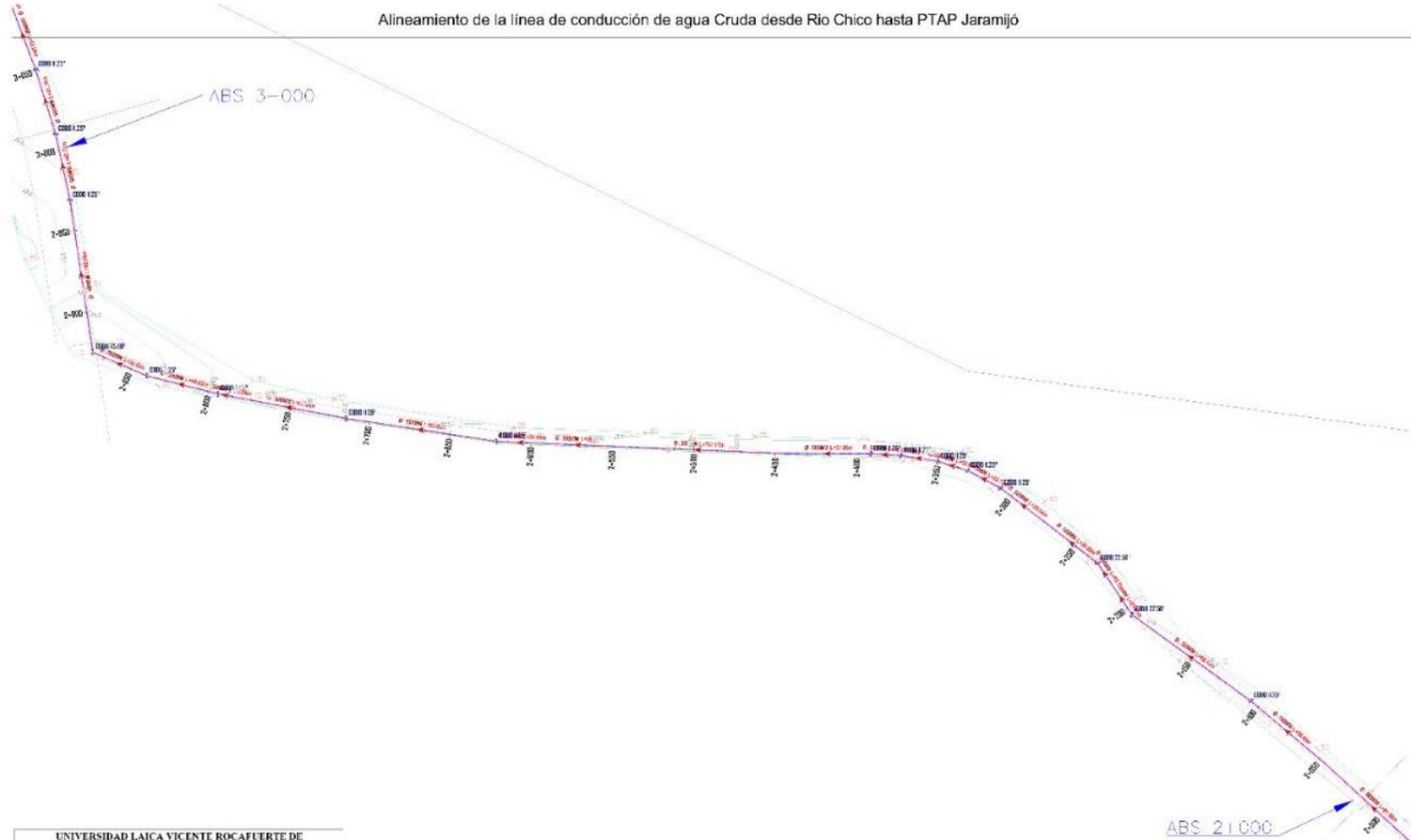
Anexo: 2

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



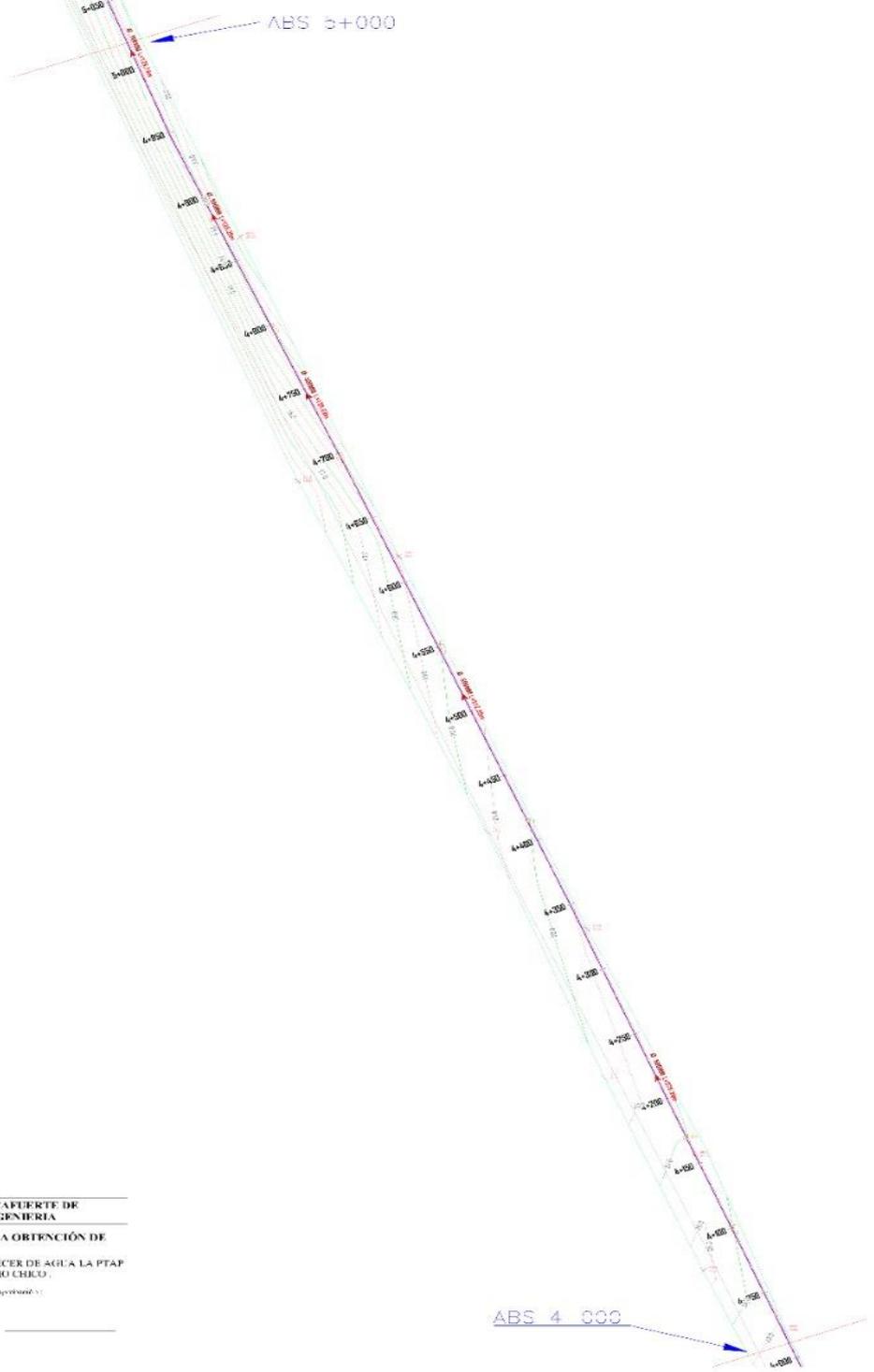
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PLANT DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO	
Contenido: TRABAJADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO	LAMINA: Aprobación
Elaborado por: ECU EDUARDO YASHELORES SOROTONA	02 DE 26
Folio: FEBRERO - 2025	ABS 1+000 2+000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



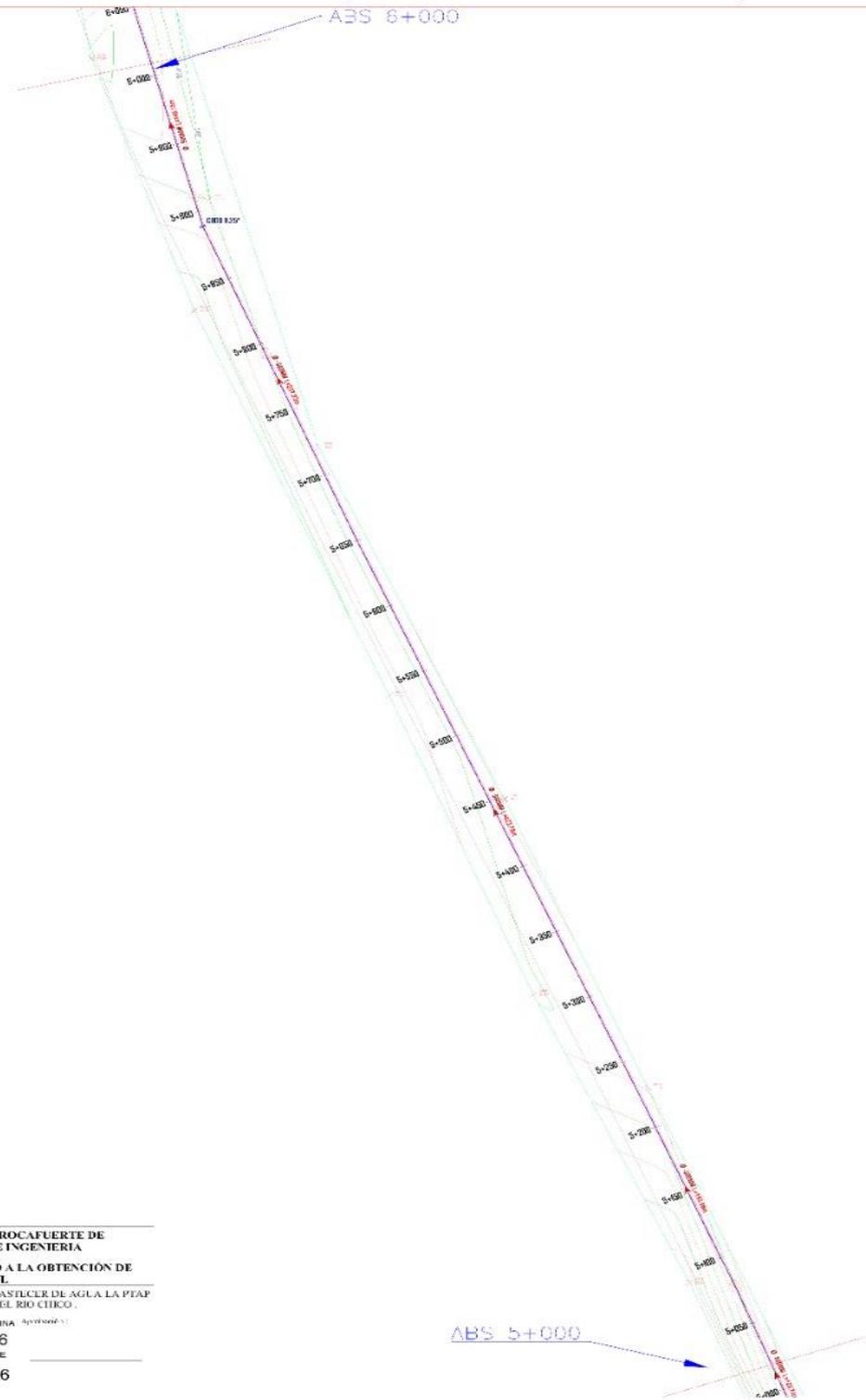
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO	
Contenido:	IMAGADO EN PLANTA DE AGUEDUCTO
Escalado:	1:1000
Fecha:	FEBRERO - 2025
Hoja:	ABS 2+000 - 3+000
LAMINA	Apodacion
03	DE
26	

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



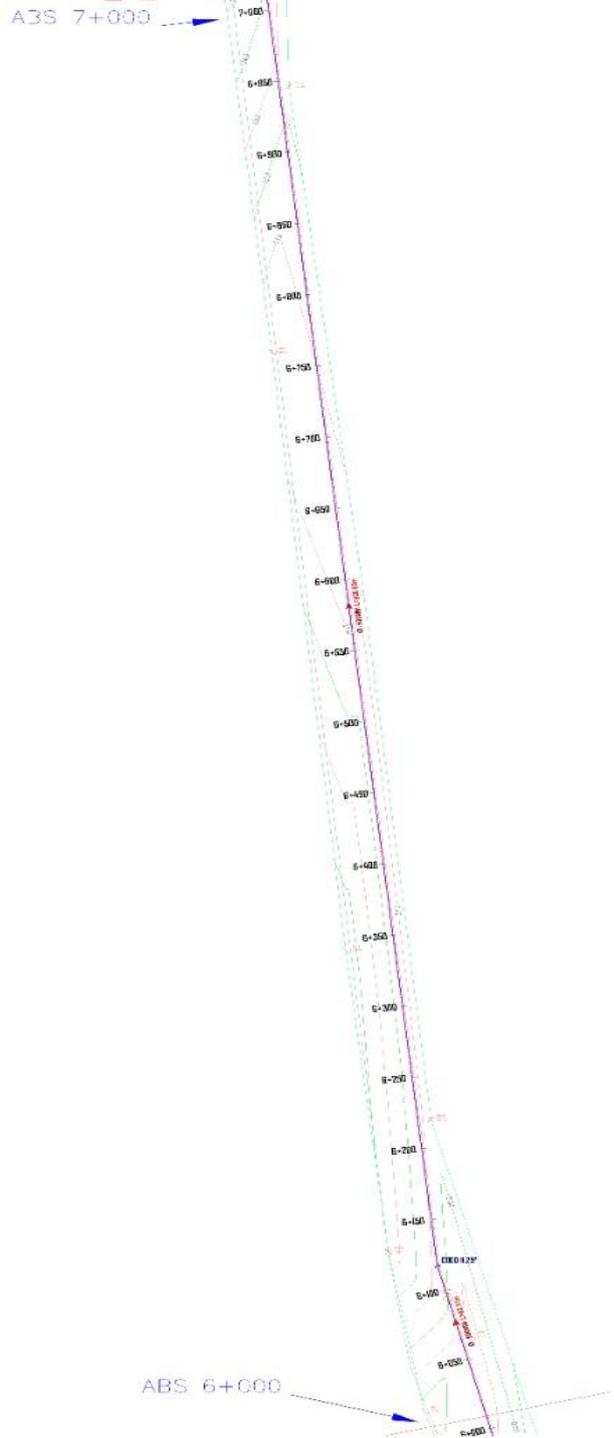
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DE INGENIERO CIVIL	
TEMADISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contiene:	TRAZADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Realizado por:	BOR. EDUARDA YAMILE FLORES MONTONA
Fecha:	FEBRERO - 2025
LAMINA	05 DE 26
Aprobado por:	
Fecha:	ABS 4 000 5:000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



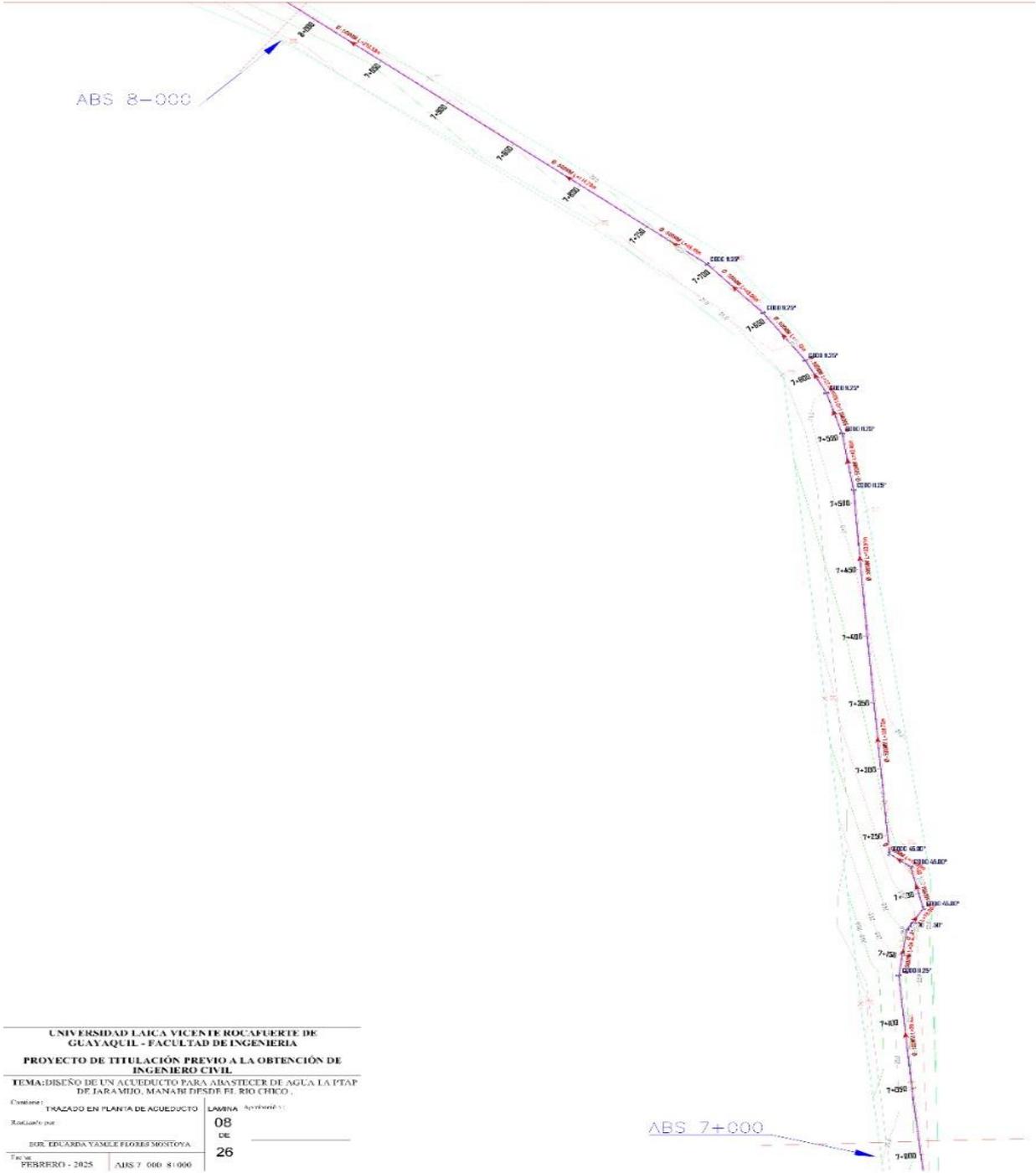
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJÓ, MANABÍ DESDE EL RIO CHICO.	
Nombre: TIAZADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO	LAMINA:
Autor:	06
DR. EDUARDA YAMILE FLORES MONTONA	DE
Fecha: FEBRERO - 2025	26
ABS 5+000 6+000	

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



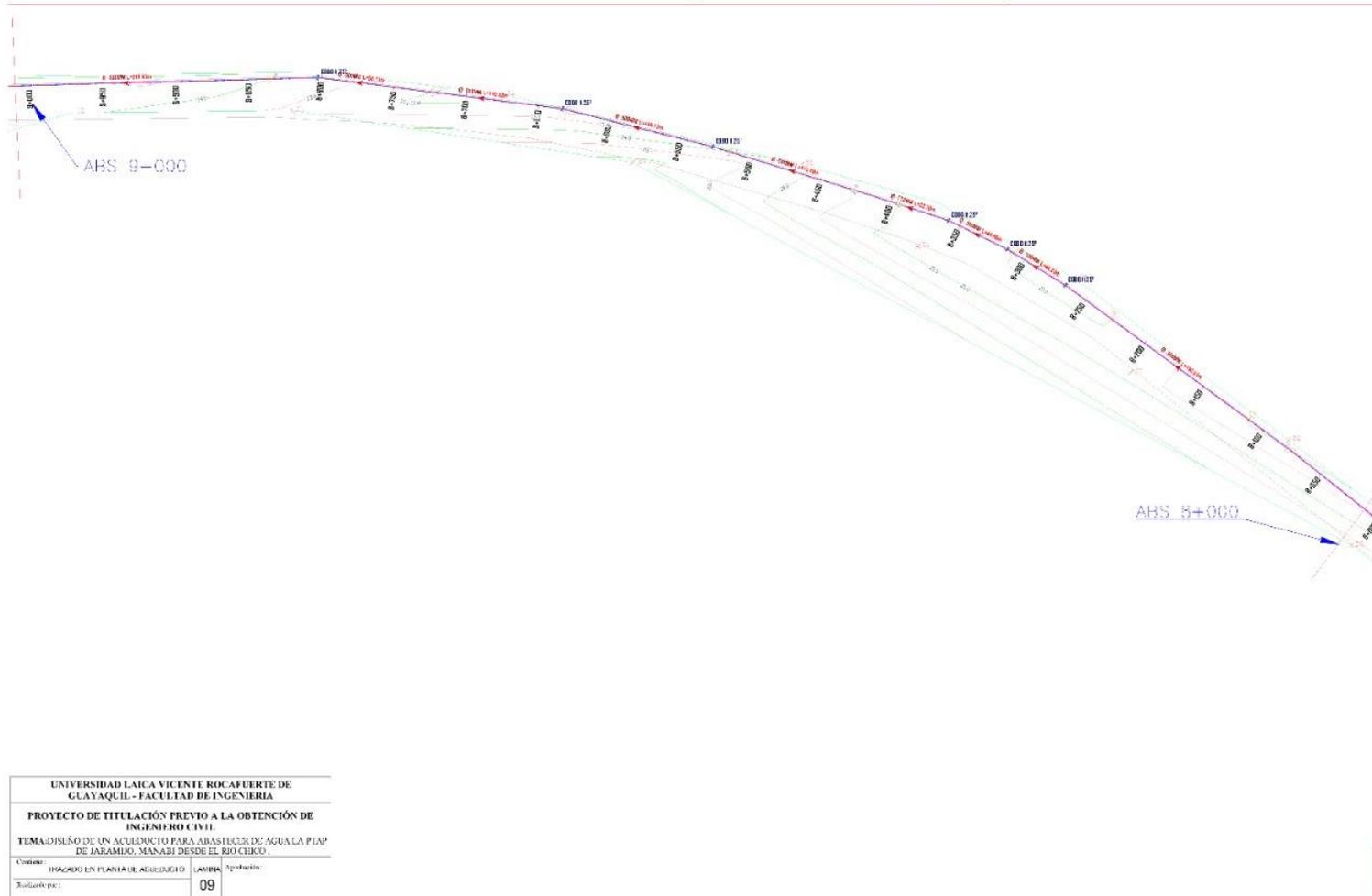
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GÚAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Cliente:	TRAZADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Realizado por:	07 DE
Ing. EDUARDA YAMELE FLORES MONTONA	26
Fecha:	FEBRERO - 2025 ABS 6-000 7+000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



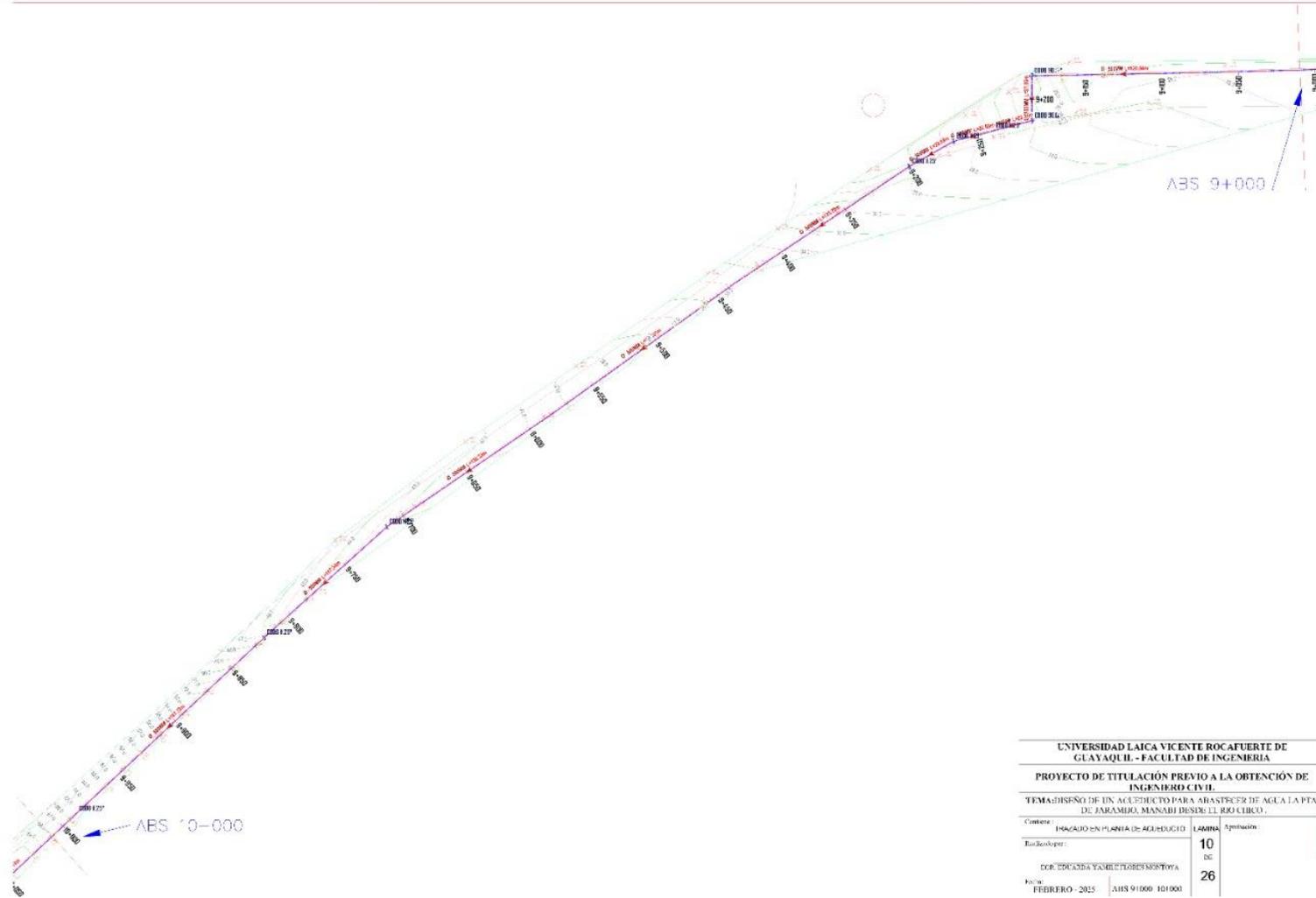
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMILLO, MANABÍ DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	LABORA
Trazado en planta de acueducto	08
Revisado por:	DE
DR. EDUARDA YAMILE FLORES MOSTOYA	26
Fecha:	
FEBRERO - 2025	ANS 7 000 81000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó

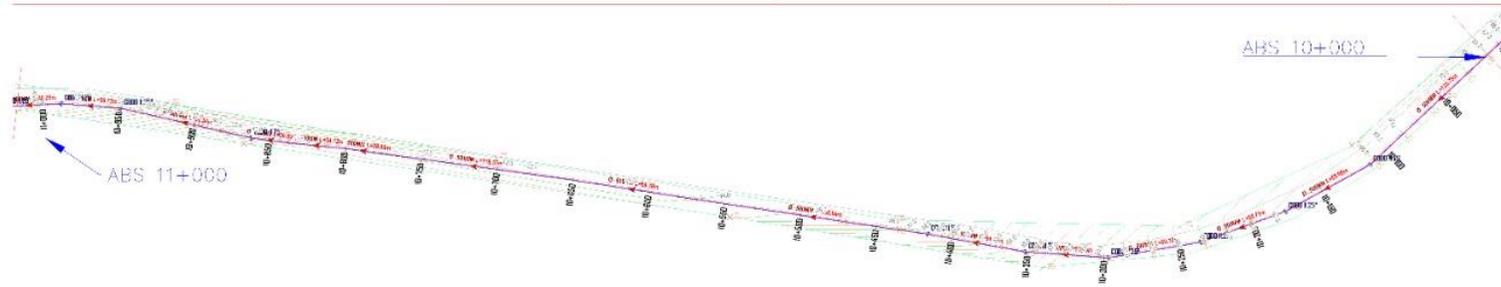


UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL.	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ADAS LUZER DE AGUA LA PLAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	IMAGADO EN PLANTA DE AGUEDUCTO
Elaborado por:	ECI EDUARDO YASIEL TORRES SOROTONA
Fecha:	FEBRERO - 2025
LAMINA:	Apudatim
DE:	09
DE:	26
ABS:	8+000 - 9+000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó

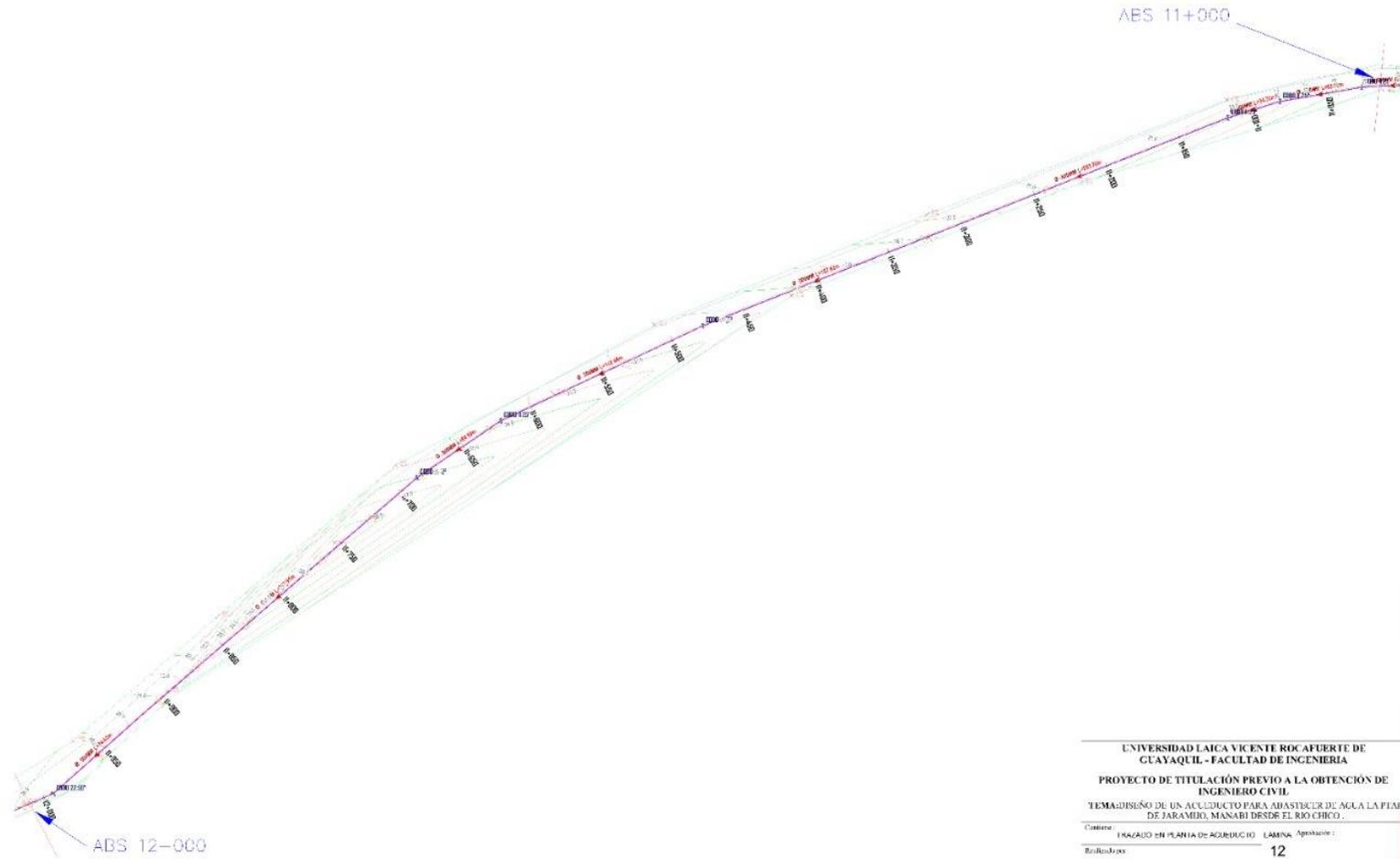


Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GLA YAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL		
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.		
Contenido:	IMAGUJO EN PLANTA DE ACUEDUCTO	LAMINA
Escalado:		11 DE
Doc. DE CADENA Y AMBIENTE TECNICA		26
Fecha:	FEBRERO - 2025	ABS 10+000 11 000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



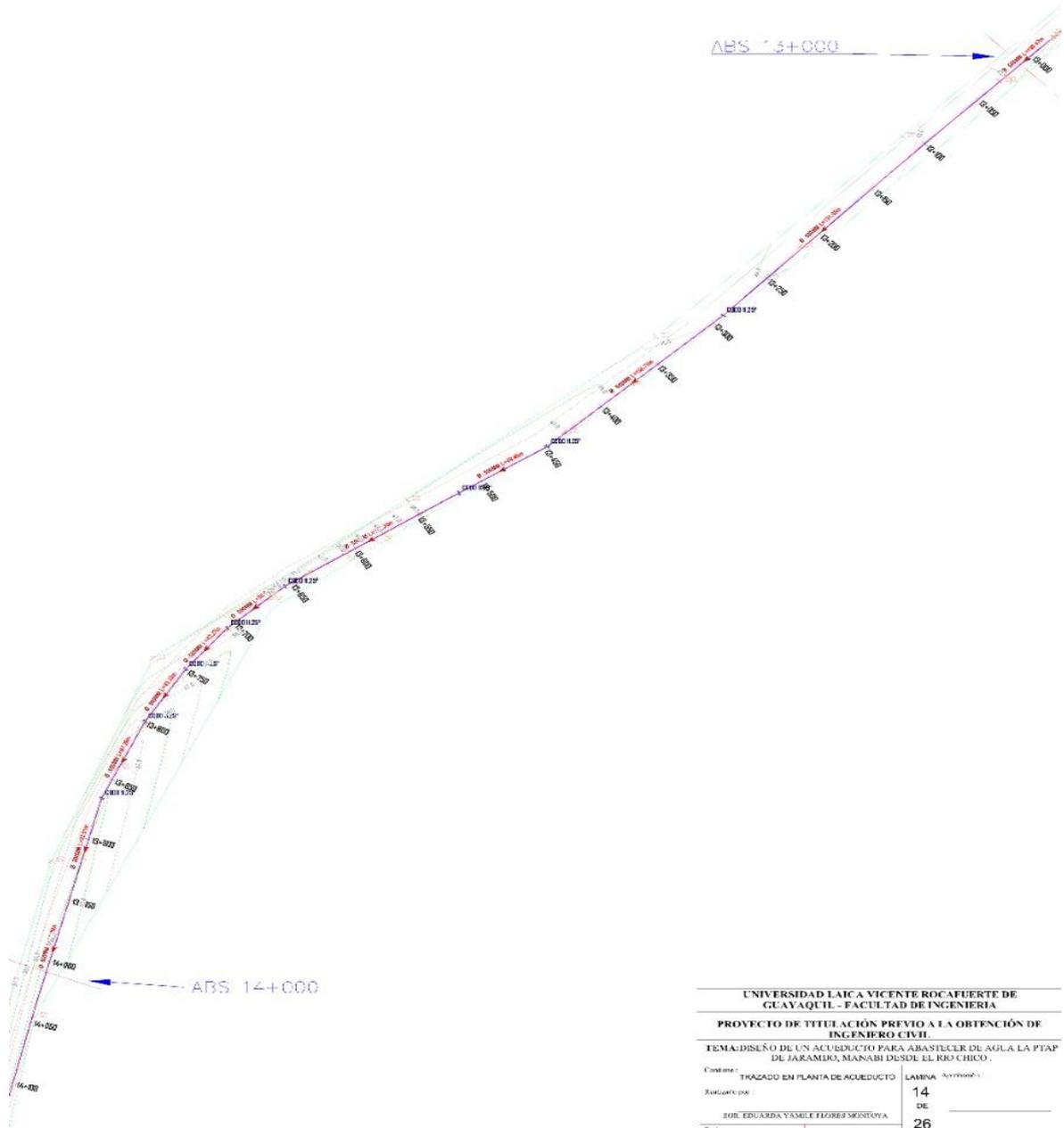
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Catedrático:	LAMINA: Aproximación:
FRACISO EN PLANIA DE ACUEDUCTO	12
Estudiante:	DC
DOR: ESCARDA YAMILE FLORES BUSTOZA	26
Fecha:	FEBRERO - 2023 ABS 11+000 12-000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó

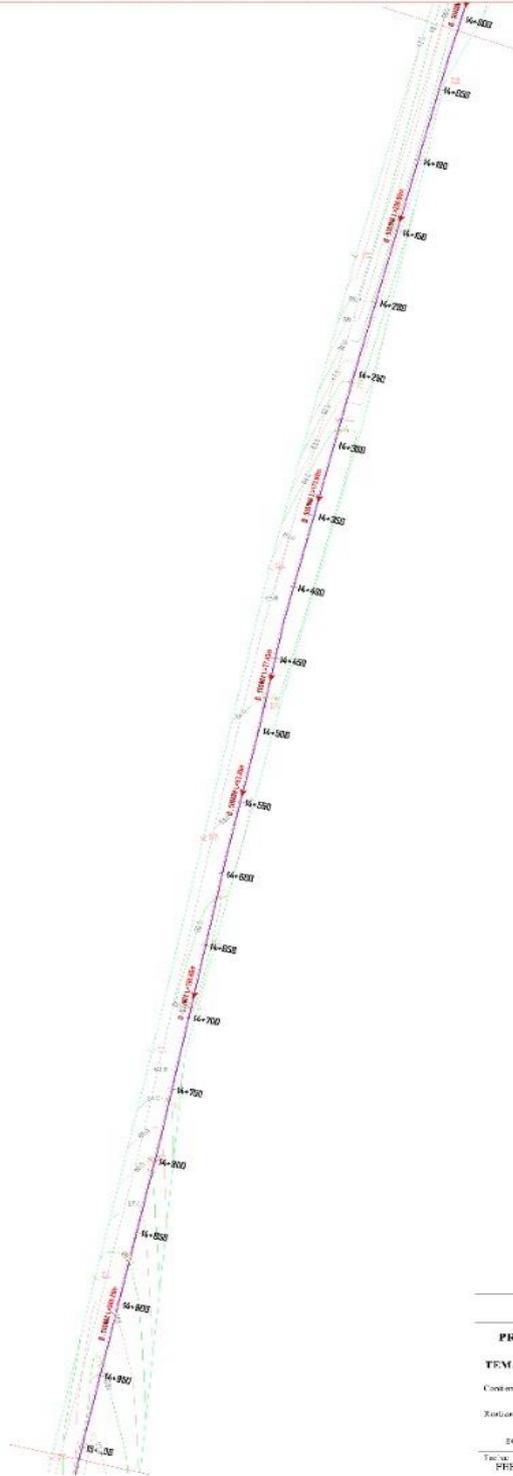


UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	IMAGALO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Elaborador:	DR. EDUARDA YAMIL FLORES MENDOZA
Fecha:	FEBRERO - 2015
LAMINA	13 DE 26
Aprobación:	ABS 12+000 13-000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó

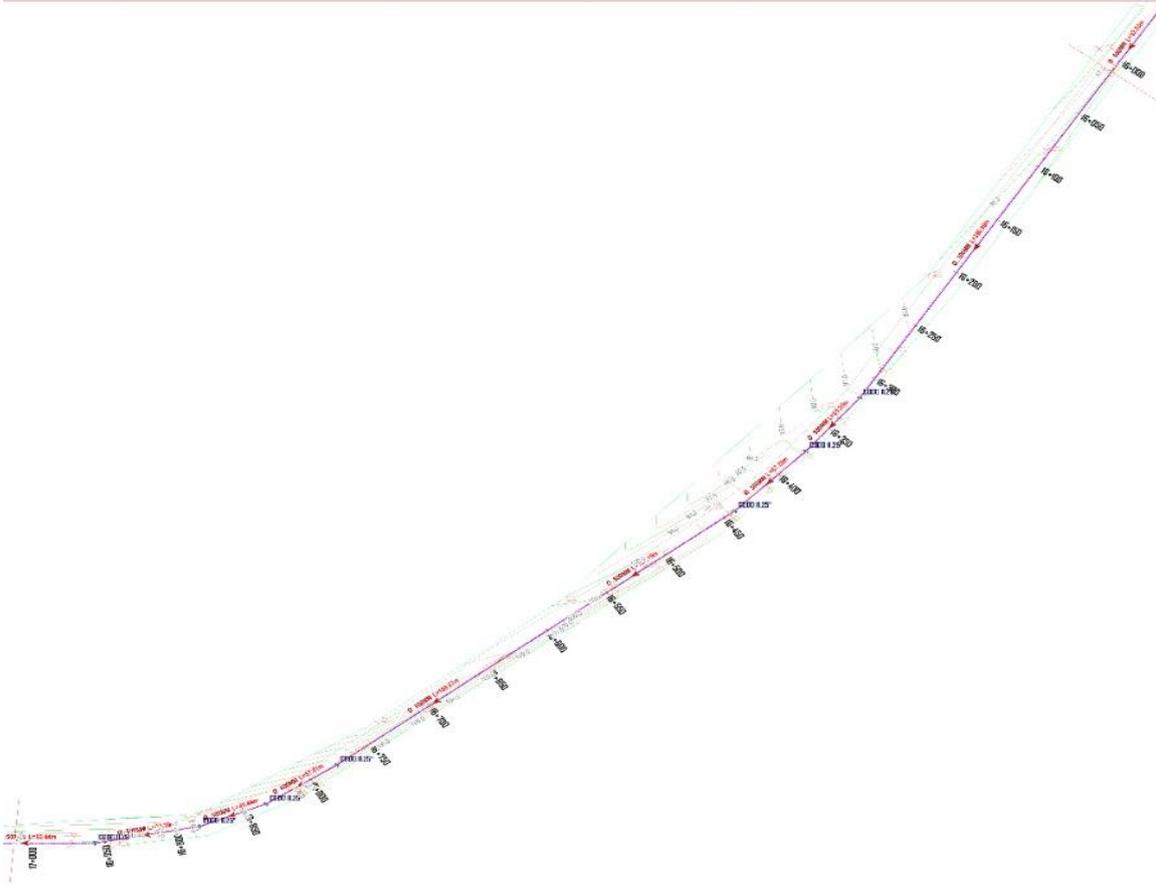


Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Río Chico hasta PTAP Jaramijó



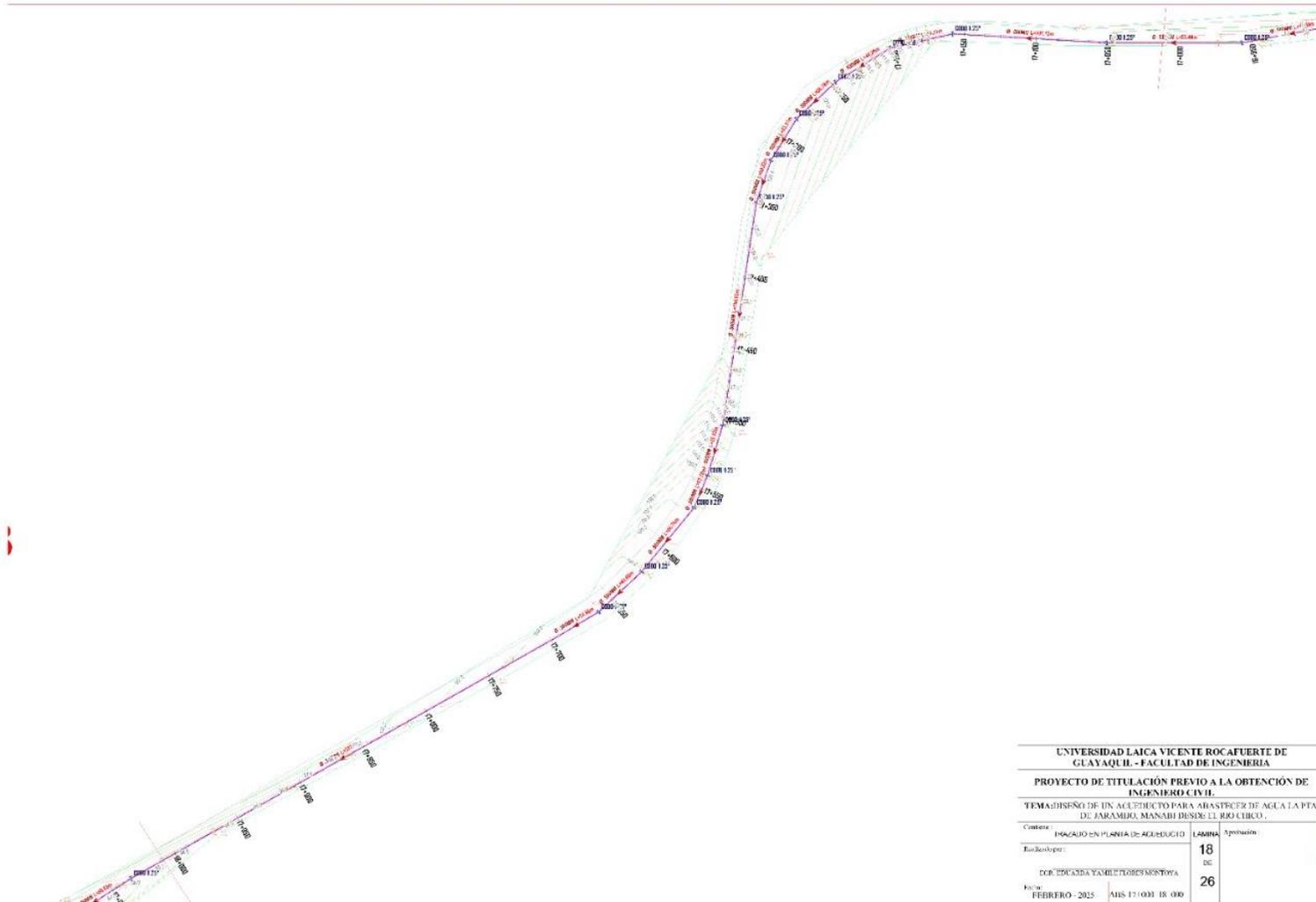
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFIERTTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	TRAZADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Elaboró:	ING. EDUARDA YASILE ELORES MONTONA
Fecha:	FEBRERO - 2025
LAMINA: <small>Acueducto</small>	
15	
DE	
26	
ARS 14 600 151000	

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



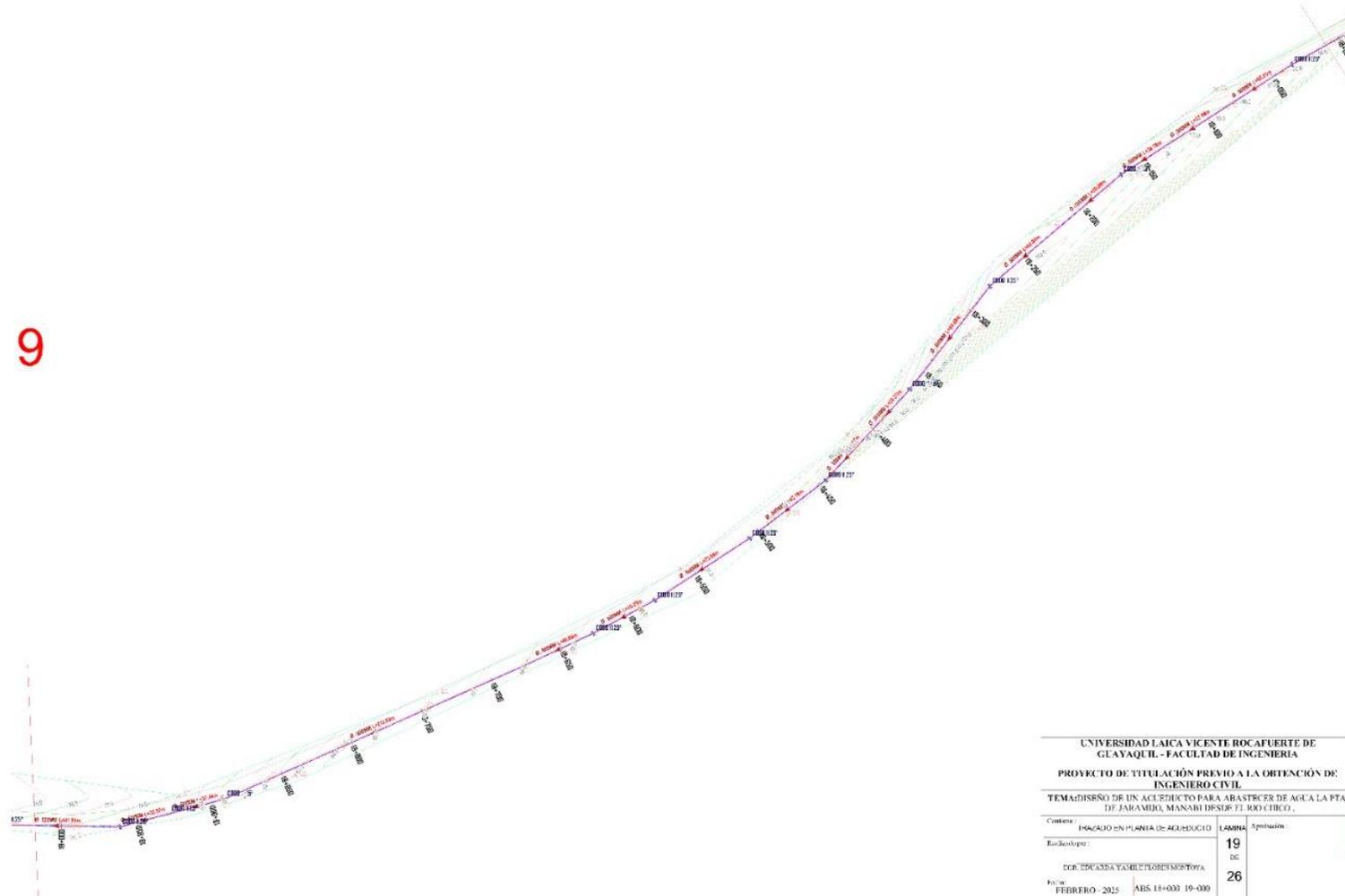
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJÓ, MANABÍ DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	TRAZADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Elaborado por:	ING. EDUARDA YASME FLORES MONTOYA
Fecha:	FEBRERO - 2025
Lamina:	17
De:	26
Fecha:	FEBRERO - 2025
Auto:	AHS 16 000 17 000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



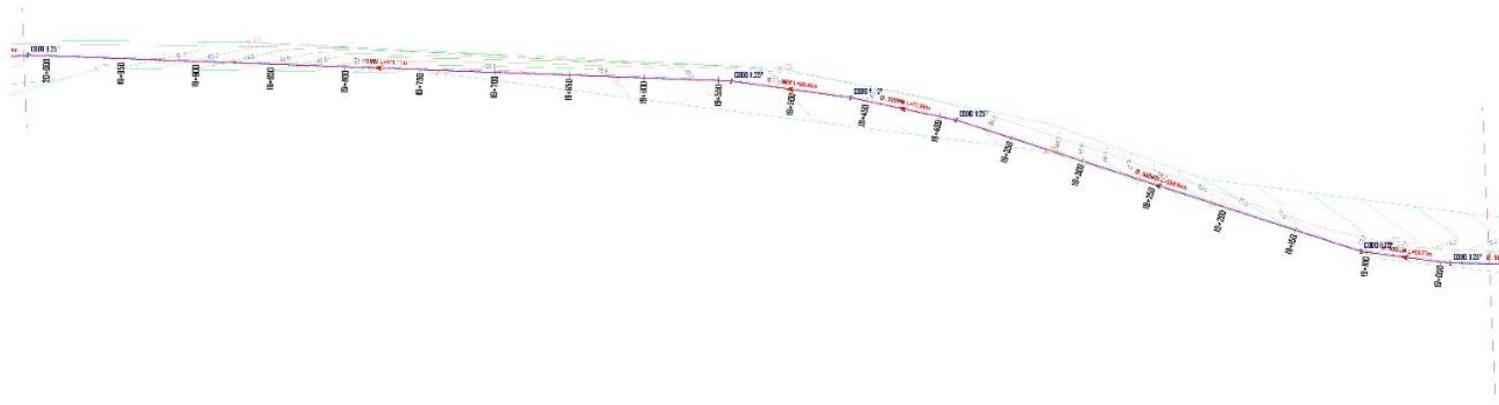
Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó

9



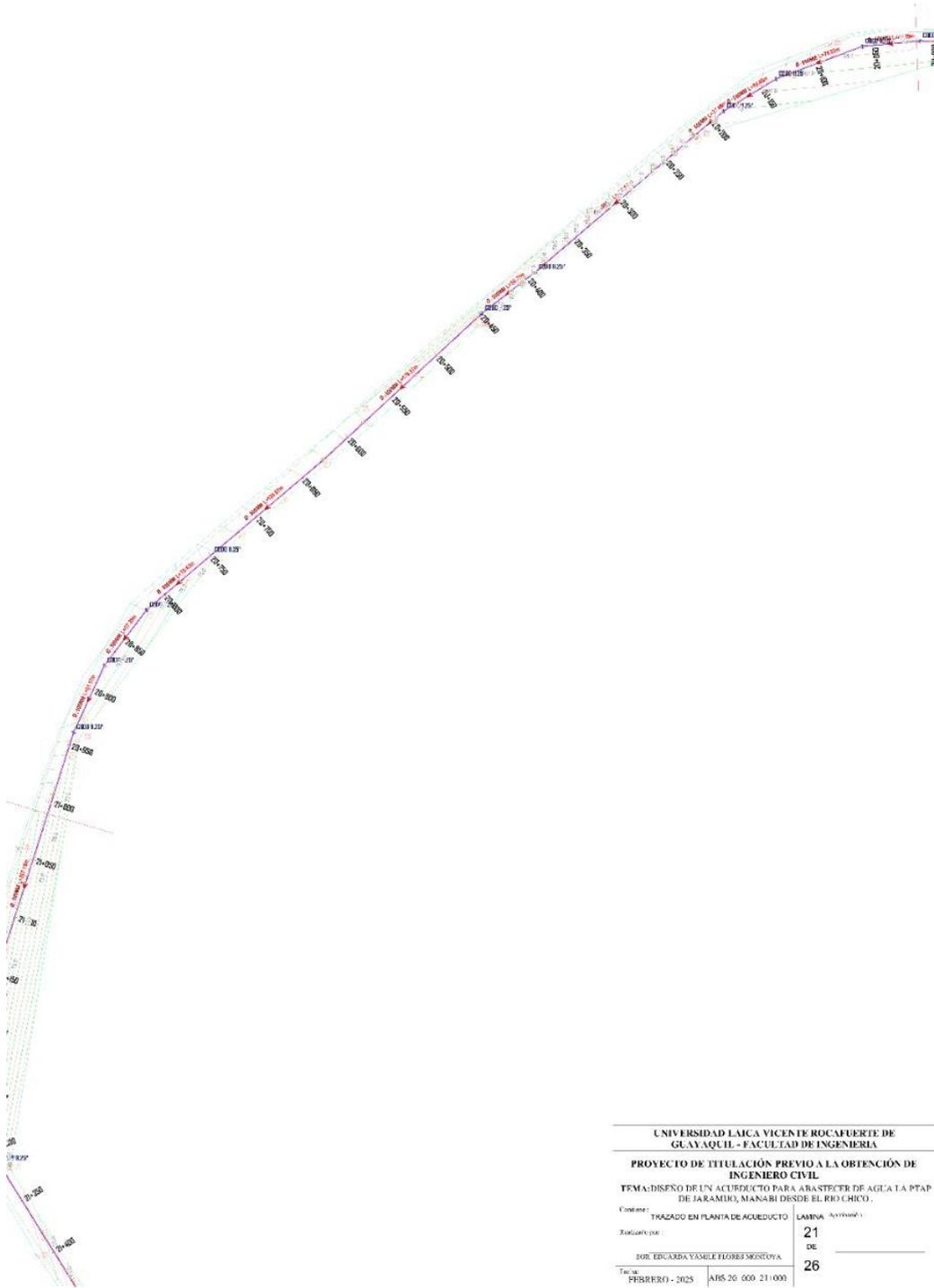
Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó

19



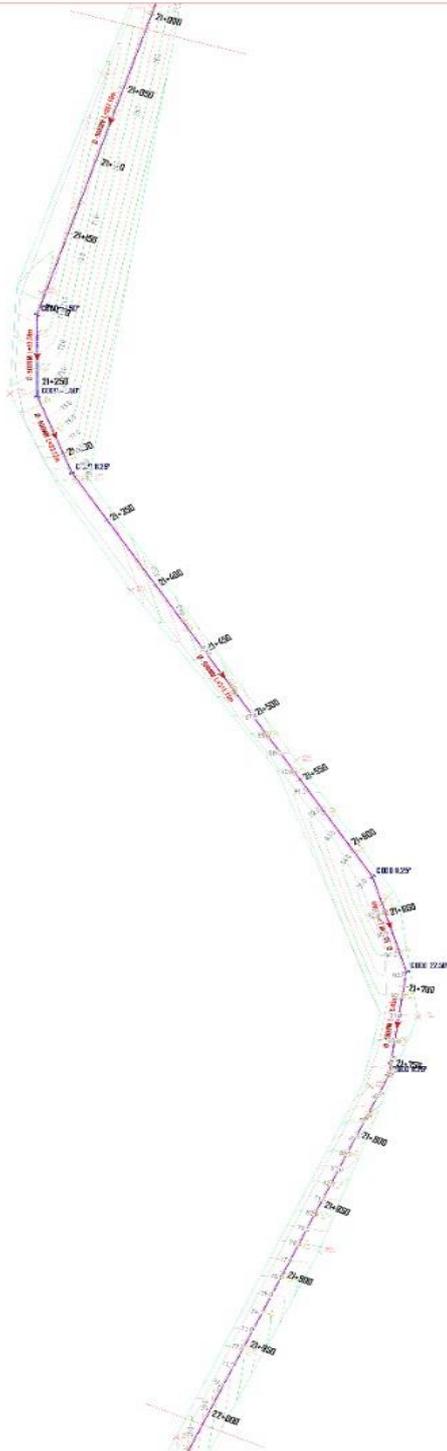
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GLAYAZUL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	IMAGINIO EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Escalado:	20 DE
Fecha:	26 FEBRERO - 2025
	AHS 19:00H 20:00H

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



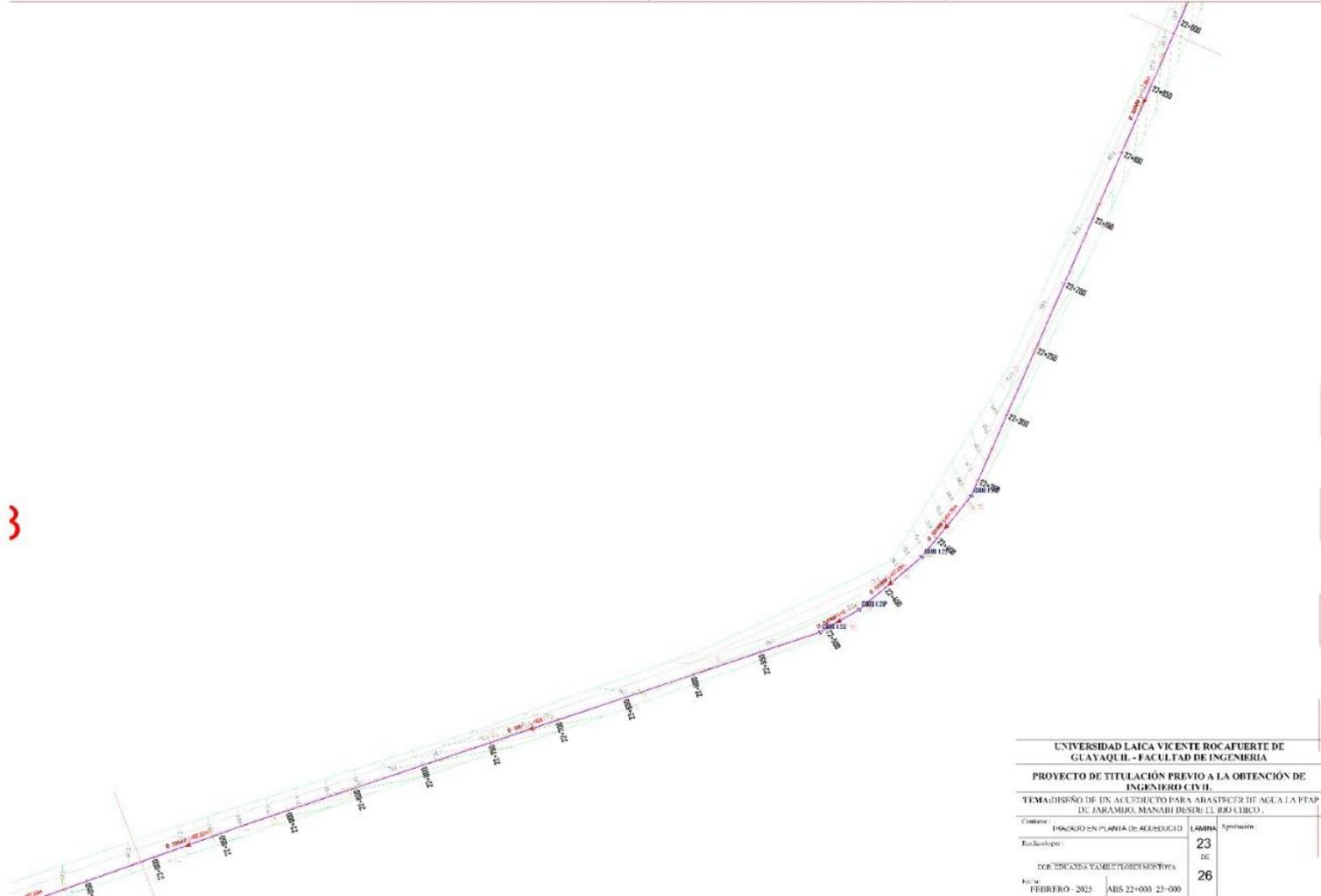
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA A PTAP DE JARAMIJÓ, MANABÍ DESDE EL RÍO CHICO.	
Contenido:	LAMINA: No. consecutivo
Trazado en planta de acueducto	21
Elaborado por:	DE
ING. EDUARDO YAMILE FLORES MONTAÑA	26
Fecha:	
FEBRERO - 2025	ARS-20-000-21-000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



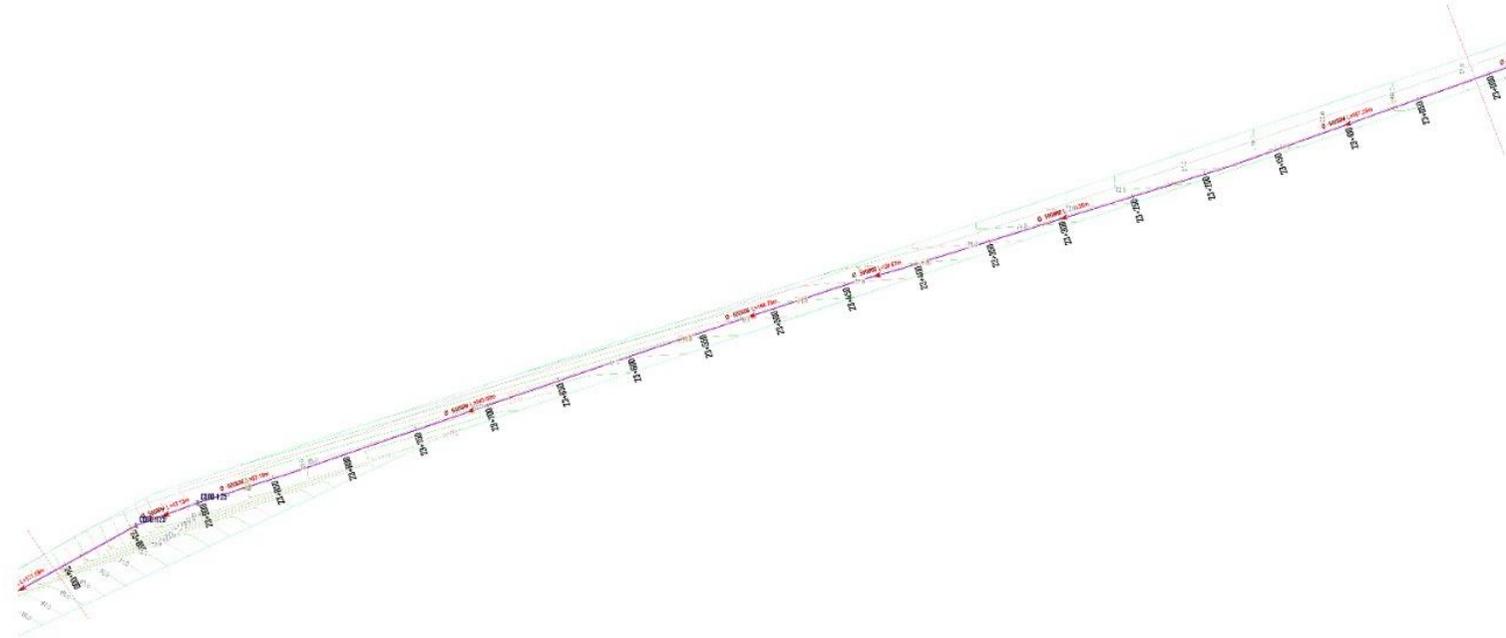
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contenido:	TITULACION EN PLANTA DE ACUEDUCTO
Elaborado por:	ING. EDUARDA YASILE FLORES MOSTOYA
Fecha:	FEBRERO - 2025. AHS 21 000 22 000
LAMINA	22
DE	26

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



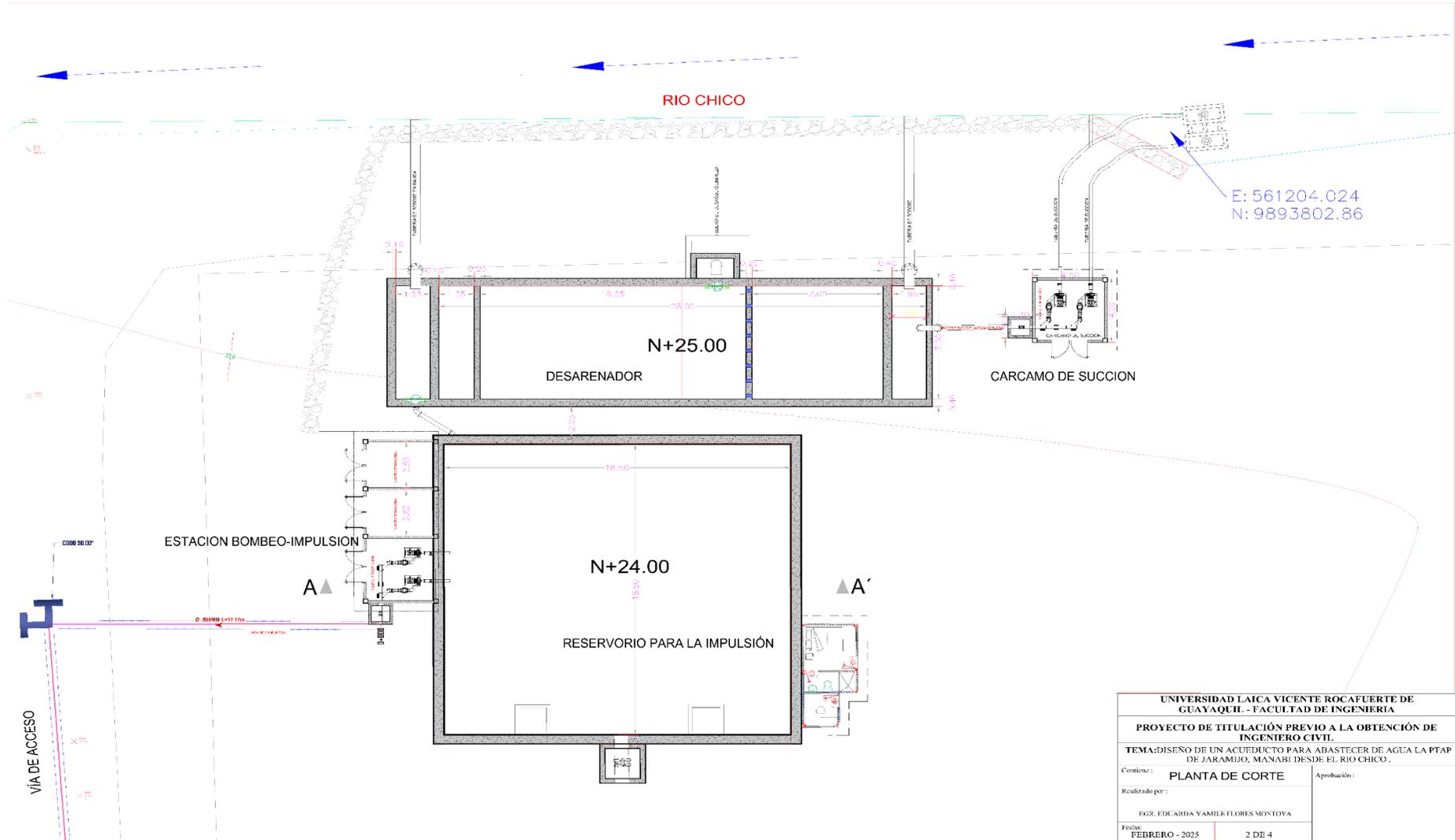
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL		
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.		
Contenido:	INACUADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO	LÁMINA
Escalado:		23
		DE
Doc. Elaborado por:	DR. EDUARDO YAMILE TOBRESSENTOYA	26
Fecha:	FEBRERO - 2015	ABS 22-000 21-000

Alineamiento de la línea de conducción de agua Cruda desde Rio Chico hasta PTAP Jaramijó



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUENTE DE CUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA		
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL		
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMIJO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.		
Contenido:	INACUADO EN PLANTA DE ACUEDUCTO	LAMINA
Escala:		24
		DE
		26
Por:	DCR. EDUCADA YAMILI TORESSENTOYA	
Fecha:	FEBRERO - 2015	ABS 23-000 24-000

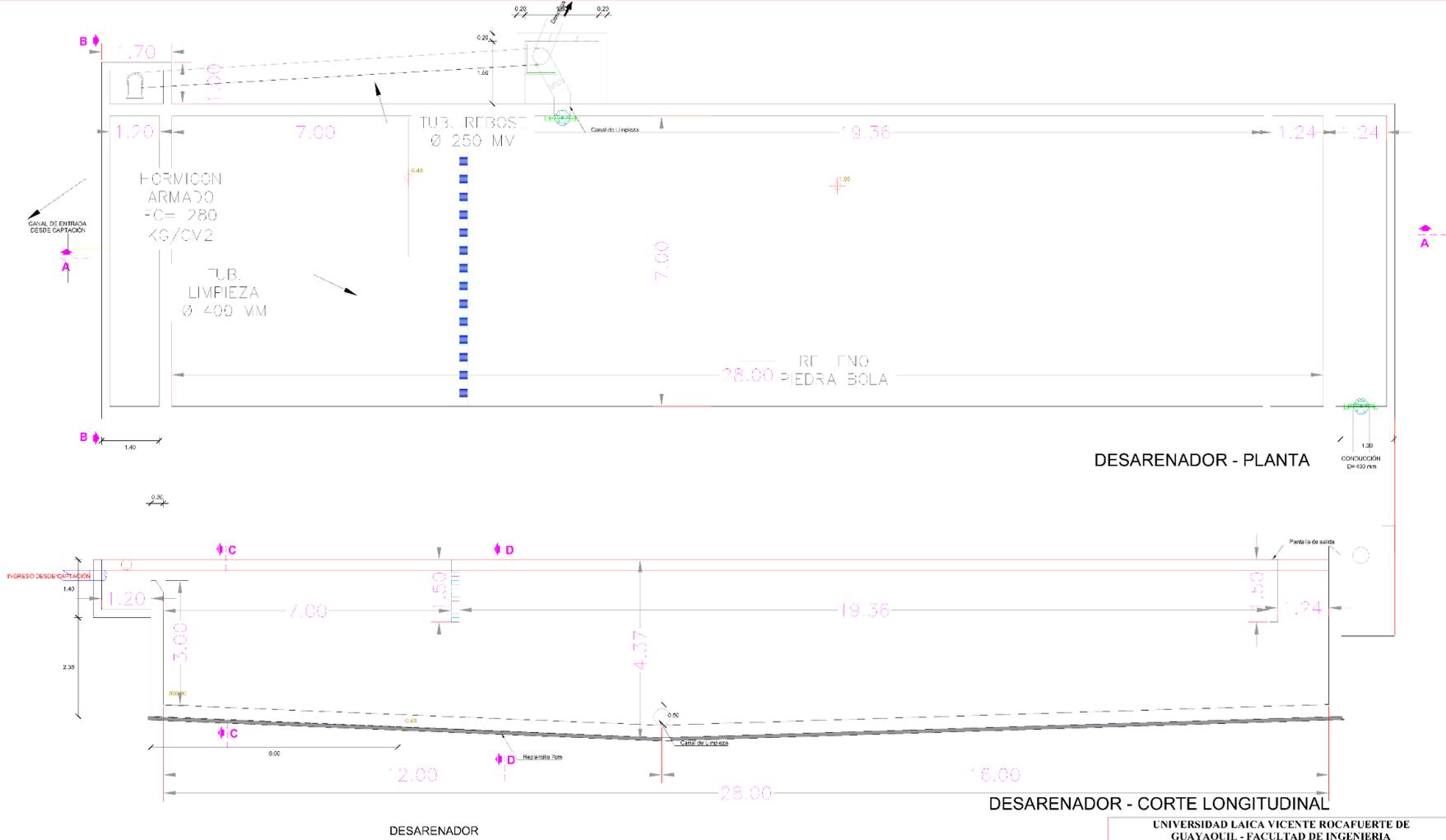
IMPLANTACIÓN DE CAPTACIÓN



E: 561204.024
N: 9893802.86

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCION DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMILLO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Contiene:	PLANTA DE CORTE
Realizado por:	EGE. EDUARDA YAMIL FLORES MONTOYA
Fecha:	FEBRERO - 2025
	2 DE 4

DETALLES DE DESARENADOR



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO CIVIL	
TEMA: DISEÑO DE UN ACUEDUCTO PARA ABASTECER DE AGUA LA PTAP DE JARAMILLO, MANABI DESDE EL RIO CHICO.	
Cursante:	MANIFOLD DE IMPULSIÓN
Realizado por:	Aprobación:
EGR. EDUARDA YAMILLE FLORES MONTAÑA	
Fecha:	FEBRERO - 2025
4 DE 4	

Anexo 4 Simulación EPANET

Se presenta la simulación en un modelo esquemático realizado en software epanet, en los gráficos siguiente se muestran las cotas y longitudes, presiones y velocidades, cotas y diámetros.

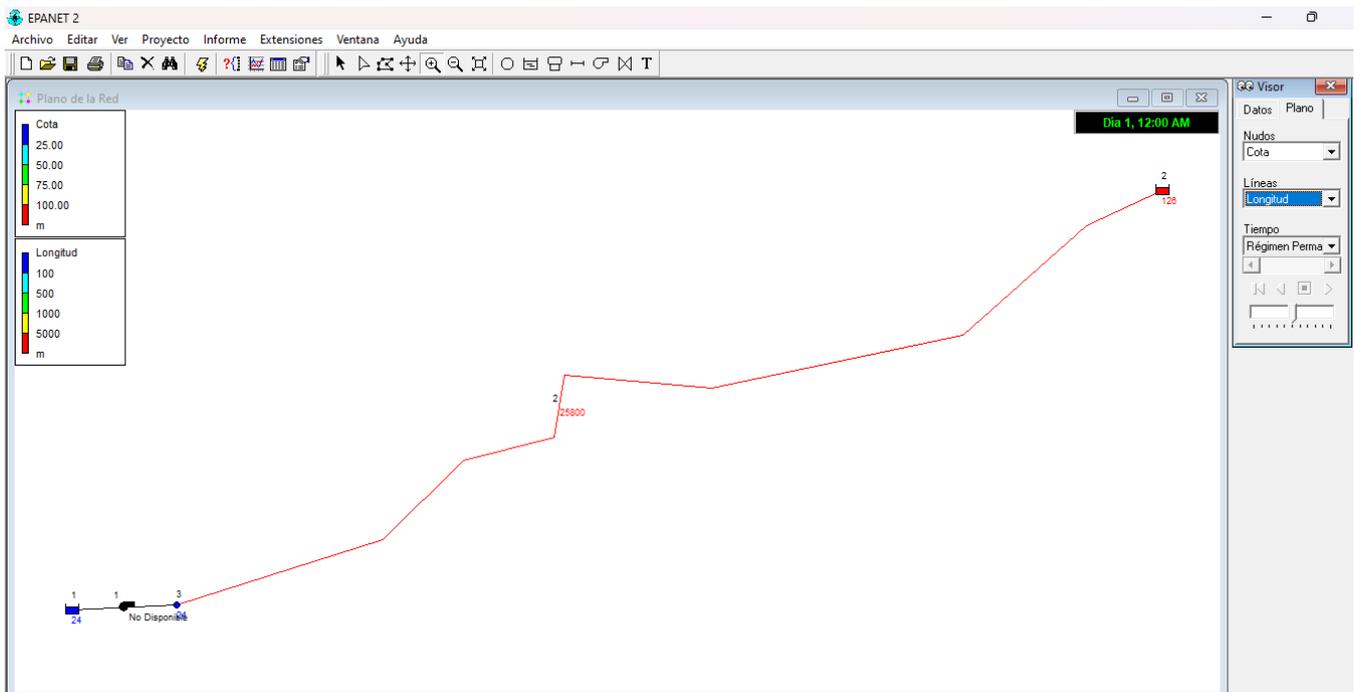


Ilustración 1: Cotas de inicio (24 msnm) y llegada (126 msnm) y longitud de tubería 25800 m)

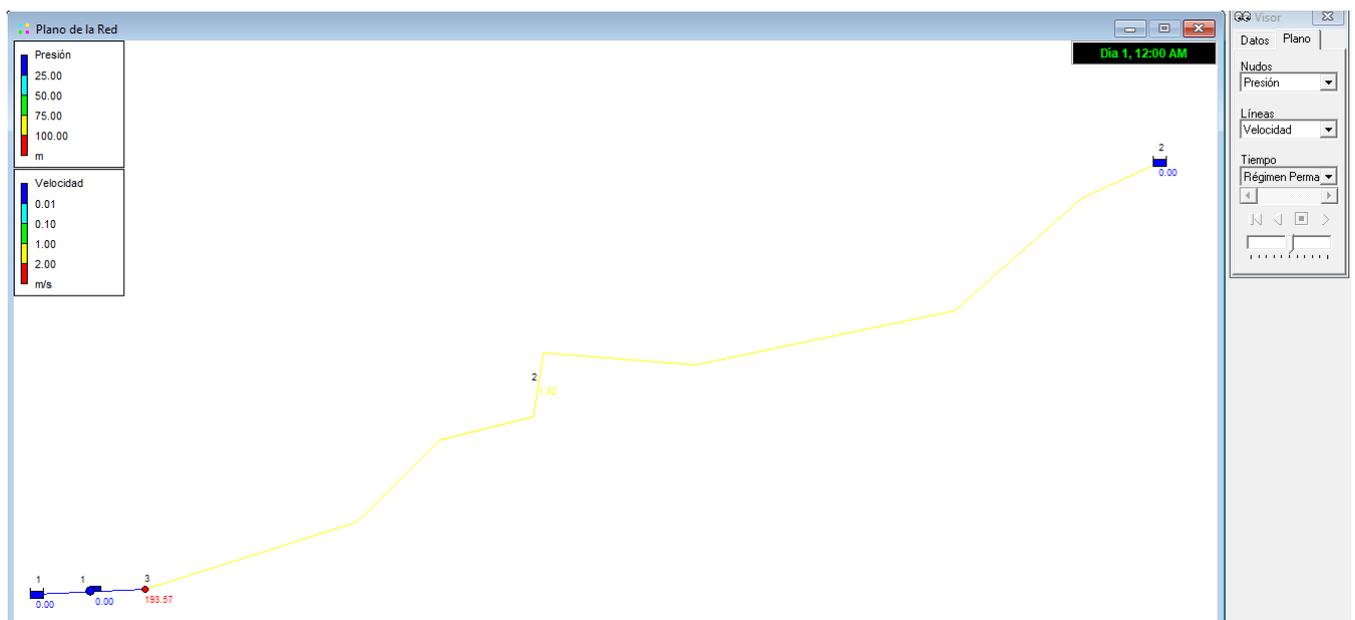
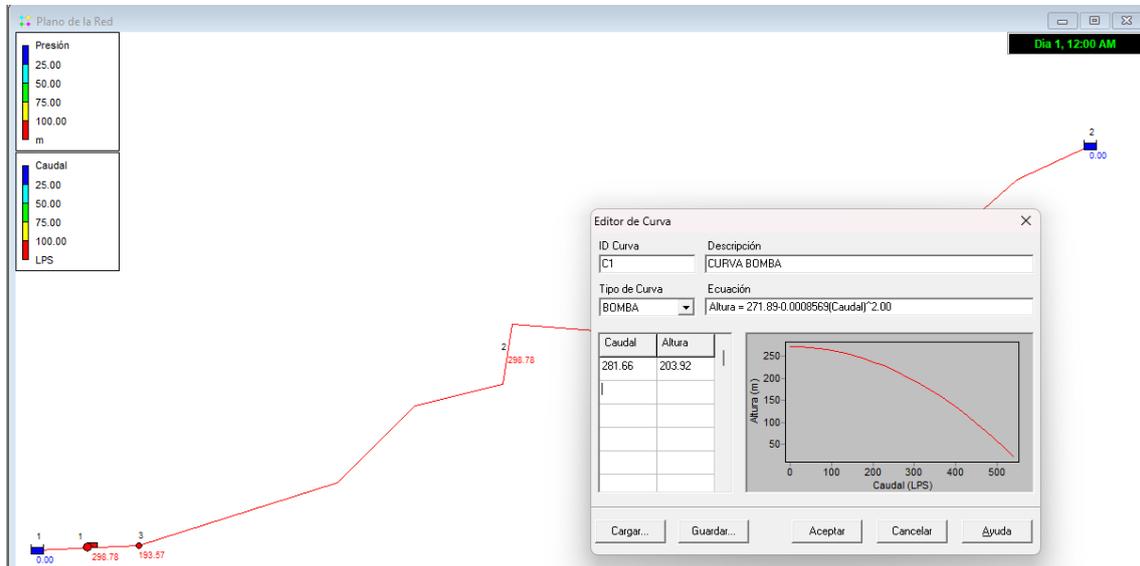
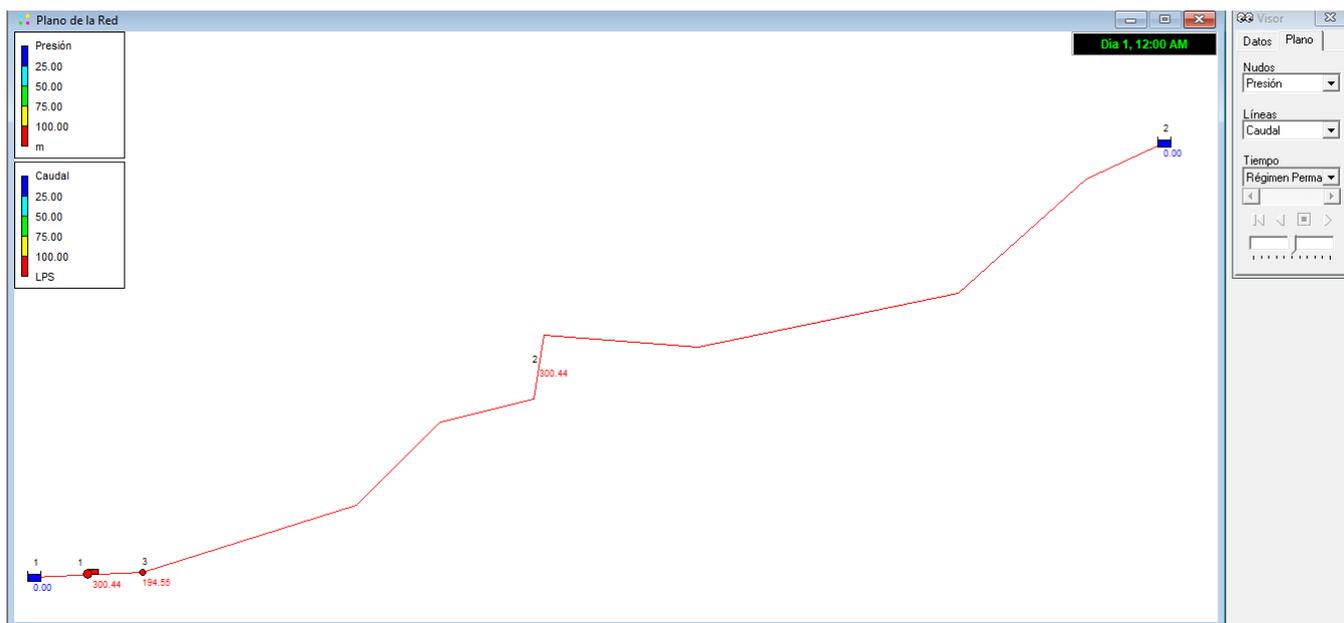


Ilustración 2: Presión 193.57 en nudo y velocidad en la tubería (1.52 m/seg)

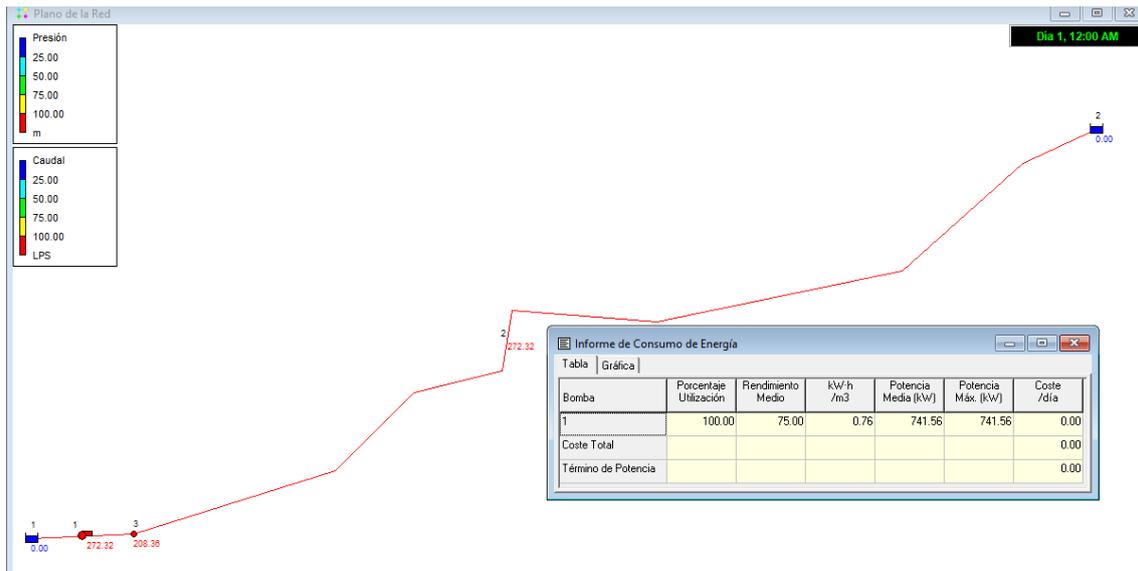
Se ingresa la curva característica de una bomba que maneje el caudal de diseño (281.66 lt/seg) y la altura dinámica (203.92) de acuerdo con los cálculos establecidos en el apartado 4.4.3 de este documento.



Se realiza la simulación del modelo y se tiene que el caudal supera levemente el de diseño (281.66 Lt/seg) por lo tanto es óptimo el resultado.



Para el cálculo de la bomba adecuada de acuerdo con el simulado tenemos que la potencia en kw es de 741.56 y transformado a HP: $741.56 \times 1.34 = 993.69$ hp; cabe recalcar que el resultado de la potencia de la bomba nos dio 946 hp por lo que adoptamos una bomba comercial inmediatamente superior que podría ser de 950 hp.



Anexo 5 Presupuesto

PROYECTO: Diseño de un acueducto para abastecer de agua la PTAP de Jaramijó, Manabí desde el río Chico					
RUBRO No	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS		
			CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	CAPTACIÓN				
1	Replanteo y nivelación en Captación	m2	5,123.75	\$ 1.05	\$5,379.94
2	Excavación a máquina en agua	m3	360.00	\$ 3.00	\$1,080.00
3	Relleno de Piedra bola con maquina	m3	78.80	\$ 25.40	\$2,001.52
4	Replanteo de H.S. F" c = 140 kg/cm2	m3	9.85	\$ 143.07	\$1,409.24
5	Acero de refuerzo	Kg	13,210.00	\$ 2.54	\$33,553.40
6	Hormigón Simple F" c=240 kg/cm (incluye encofrado)	m3	160.00	\$ 285.00	\$45,600.00
7	Sum. Inst TAPA SANITARIA METALICA DE 0,85 X 0,85 M	u	5.00	\$ 233.07	\$1,165.35
8	Desalojo de Fango	m3	193.00	\$ 3.00	\$579.00
9	Abatimiento de nivel freático con bomba Ø 4"	h	40.00	\$ 8.55	\$342.00
	ESTACION DE BOMBEO		0.00		
10	Encofrado Metalico	m2	35.00	\$ 34.98	\$1,224.30
11	Replanteo y nivelacion en Estacion bombeo	m2	56.72	\$ 1.05	\$59.56
12	Excavación Manual	m3	15.00	\$ 12.94	\$194.10
13	Relleno con material de mejoramiento	m3	2,500.00	\$ 49.57	\$123,925.00
14	Replanteo de H.S. F" c = 140 kg/cm2	m3	12.00	\$ 143.07	\$1,716.84
15	Hormigón Simple F" c=240 kg/cm (incluye encofrado)	m3	5.80	\$ 285.00	\$1,653.00
16	Contrapiso H.S. f" c=180 kg/cm2 con malla electrosoldada	m2	900.00	\$ 29.23	\$26,307.00
17	Acero de refuerzo	Kg	1,075.00	\$ 2.54	\$2,730.50
18	Mampostería de bloque e= 15cm.	m2	195.40	\$ 20.91	\$4,085.81
19	Enlucido vertical	m2	415.20	\$ 10.71	\$4,446.79
20	Suministro e instalación de cielo raso	m2	97.78	\$ 34.04	\$3,328.43
21	Suministro e Instalación de Cerámica	m2	17.10	\$ 23.43	\$400.65
22	Puerta metálica de tool de 0.90 X 200	u	1.00	\$ 139.44	\$139.44
23	Puerta metálica de tool de 2.00 X 200	u	4.00	\$ 275.63	\$1,102.52
24	Proteccion de de Ventanas.	m2	6.10	\$ 107.27	\$654.35
25	Ventana de aluminio y vidrio	m2	2.40	\$ 74.59	\$179.02
26	PUNTO DE ILUMINACION	u	11.00	\$ 48.12	\$529.32
27	PUNTO DE TOMACORRIENTE	u	13.00	\$ 40.70	\$529.10
28	Pintura Satinada	m2	412.20	\$ 7.21	\$2,971.96
29	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	129.00	\$ 2.56	\$330.24
	CERRAMIENTO PERIMETRAL		0.00		
30	Replanteo y Nivelacion de Cerramiento Perimetral	m	250.00	\$ 0.63	\$157.50
31	Excavación de zanjas a máquina hasta 2 m prof.	m3	115.64	\$ 2.12	\$245.16
32	Relleno de Piedra bola con maquina	m3	33.04	\$ 25.40	\$839.22

33	Hormigón ciclópeo F" c = 180 kg/cm2	m3	38.49	\$ 167.63	\$6,452.08
34	Hormigón Simple F" c=210 kg/cm2 (incluye encofrado)	m3	11.32	\$ 235.12	\$2,661.56
35	Acero de refuerzo	Kg	1,200.00	\$ 2.54	\$3,048.00
36	Cerramiento de malla Galvanizada y tubo galvanizado 2"	m2	410.50	\$ 48.26	\$19,810.73
37	Puerta Vehicular de malla	u	2.00	\$ 603.70	\$1,207.40
	CARCAMO DE SALIDA EN CAPTACIÓN		0.00		
38	Replanteo y Nivelacion Carcamo	m2	0.00	\$ 1.05	\$-
39	Excavación en fango	m3	0.00	\$ 13.75	\$-
40	Relleno de Piedra bola con maquina	m3	91.50	\$ 25.40	\$2,324.10
41	Replanteo de H.S. F" c = 140 kg/cm2	m3	5.40	\$ 143.07	\$772.58
42	Hormigón Simple F" c=240 kg/cm (incluye encofrado)	m3	65.00	\$ 285.00	\$18,525.00
43	Acero de refuerzo	Kg	7,062.78	\$ 2.54	\$17,939.46
44	Rejilla de 0.6 x 0.80 m	u	0.00	\$ 483.25	\$-
45	Sum. Inst COMPUERTA METÁLICA DE 0,60 X 0,75 M, e=4MM	u	0.00	\$ 616.95	\$-
46	Relleno con material de mejoramiento	m3	22.00	\$ 49.57	\$1,090.54
47	Piedra bola con champeado de mortero	m3	102.00	\$ 104.43	\$10,651.86
48	Desalojo de Fango	m3	105.00	\$ 10.27	\$1,078.35
49	Suministro e Instalación Válvula de check de 250 mm	u	2.00	\$ 6,500.00	\$13,000.00
50	Suministro e Instalación de codo de 90 grados. hierro fundido BB 100 mm	u	4.00	\$ 205.44	\$821.76
51	Suministro e Instalación de tubería de hierro fundido BL 100 mm	m	25.00	\$ 102.45	\$2,561.25
52	Suministro e Instalación de Yee HF 100 mm	u	2.00	\$ 146.36	\$292.72
53	Suministro e instalación de Unión Gibault de 100 mm	u	4.00	\$ 129.63	\$518.52
54	Sum. Inst REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO CD40 160 MM - 160 X 100 mm PN 10 Bar	u	4.00	\$ 877.63	\$3,510.52
55	Suministro e Instalación Válvula de compuerta 100 mm HF BB	u	4.00	\$ 409.91	\$1,639.64
56	Suministro e instalación de tubería de Acero 160 mm	m	8.00	\$ 190.81	\$1,526.48
57	Anclajes de hormigón simple - 0.4 por 0.4 por 0.4	u	18.00	\$ 75.94	\$1,366.92
58	Sum. Inst REDUCCIÓN CONCÉNTRICA ACERO CD40 160 MM - 160 X 225 mm PN 10 Bar	u	12.00	\$ 892.87	\$10,714.44
	INSTALACIONES ELECTRICAS		0.00		
59	Conductor de aluminio desnudo tipo ACAR No. 2/0	m	3,903.00	\$ 3.40	\$13,270.20
60	Conductor de aluminio desnudo tipo ACAR No. 1/0	m	1,301.00	\$ 3.23	\$4,202.23
61	POSTE DE HORMIGON ARMADO DE 10 MTS DE LONGITUD - 400 KG - ER	u	24.00	\$ 279.44	\$6,706.56
62	PUESTA A TIERRA PARA TRANSFORMADOR Y TABLERO (MALLA)	u	2.00	\$ 942.72	\$1,885.44

63	SECCIONADOR PORTAFUSIBLES PARA TRES FASES	u	2.00	\$ 842.92	\$1,685.84
64	PUESTA A TIERRA PARA TRANSICION AEREA - SUBTERRANEA	u	2.00	\$ 108.62	\$217.24
65	TENSOR A TIERRA SIMPLE OTS	u	13.00	\$ 121.04	\$1,573.52
66	TRANSICIONTRIFASICA AEREA - SUBTERRANEA	u	2.00	\$ 2,532.83	\$5,065.66
67	CANALIZACION SUBTERRANEA EN MEDIO VOLTAJE	u	60.00	\$ 71.50	\$4,290.00
68	POZOS PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO B	u	6.00	\$ 111.50	\$669.00
69	PUNTO DE TOMACORRIENTE 120V	u	0.00	\$ 210.60	\$-
70	PUNTO DE ALUMBRADO 120V	u	6.00	\$ 247.06	\$1,482.36
71	CONEXION ELECTRICA DE BOMBAS (2)	u	6.00	\$ 772.41	\$4,634.46
72	ALUMBRADO EXTERIOR	u	6.00	\$ 604.80	\$3,628.80
73	PARARRAYOS O DESCARGADOR PARA TRES FASES	u	2.00	\$ 276.08	\$552.16
74	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA	u	2.00	\$ 6,585.79	\$13,171.58
75	Suministro y Montaje de Tablero de Fuerza Y Control(Tablero Principal)	u	2.00	\$ 2,507.65	\$5,015.30
76	SUMINISTRO Y MONTAJE DE ELECTROCANALES	u	4.00	\$ 671.03	\$2,684.12
77	TRANSFORMADOR TIPO SECO DE 5KVA	u	2.00	\$ 673.68	\$1,347.36
78	Sum. Inst BOMBA 630 HP INCL ACCESORIO	u	0.00	\$10,999.62	\$-
79	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 100KVA TIPO PADMOUNTED	u	1.00	\$ 9,131.34	\$9,131.34
80	GENERADOR TRIFASICO DE 250 KVA - 110KW -460 265 VOLTIOS	u	1.00	\$57,879.26	\$57,879.26
	LINEA DE IMPULSIÓN		0.00		
81	Replanteo y Nivelacion linea de Impulsion	m	25,800.00	\$ 0.63	\$16,254.00
82	Excavación de zanjas a máquina hasta 2 m prof.	m3	61,920.00	\$ 2.68	\$165,945.60
83	Cama de arena	m3	18,576.00	\$ 32.30	\$600,004.80
84	Suministro e instalación de Codo U/Z PVC de 500 mm	u	75.00	\$ 354.00	\$26,550.00
85	Suministro e instalación de tubería de PVC U/Z de 500 mm 1.25 mpa	m	25,800.00	\$ 412.00	\$10,629,600.00
86	Anclajes de hormigón simple - 1.00 por 1.00 por 1.00	u	155.00	\$ 210.00	\$32,550.00
87	Relleno con material del sitio (sin acarreo)	m3	184.28	\$ 2.14	\$394.36
88	Suministro e Instalación Válvula de aire de tres tiempos 4"	u	64.00	\$ 1,852.00	\$118,528.00
89	Caja de Valvula - hasta 2 prof.	u	128.00	\$ 2,350.00	\$300,800.00
90	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	526.50	\$ 2.56	\$1,347.84
91	Sum. Inst BOMBA 450 HP	u	2.00	\$72,514.00	\$145,028.00
92	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 200KVA TIPO PADMOUNTED	u	1.00	\$27,813.04	\$27,813.04

93	GENERADOR TRIFASICO DE 200 KVA - 110KW -460 265 VOLTIOS	u	1.00	\$11,737.21	\$11,737.21
	TANQUES DE RESERVA H.A		0.00		
94	Replanteo Y Nivelacion (Tanques)	m2	300.00	\$ 1.05	\$315.00
95	Excavacion a maquina	m3	2,632.25	\$ 5.31	\$13,977.25
96	Relleno de Piedra bola con maquina	m3	395.36	\$ 25.40	\$10,042.14
97	Replanteo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	31.20	\$ 143.07	\$4,463.78
98	Hormigón Simple F"=240 kg/cm (incluye encofrado)	m3	257.14	\$ 285.00	\$73,284.90
99	Encofrado Metalico	m2	95.77	\$ 28.41	\$2,720.83
100	Acero de refuerzo	Kg	18,620.90	\$ 2.54	\$47,297.09
101	Enlucido Impermeabilizado	m2	2,500.00	\$ 18.22	\$45,550.00
102	Pintura epoxica grado alimenticio	m2	825.00	\$ 20.91	\$17,250.75
103	Pintura Satinada	m2	620.34	\$ 7.21	\$4,472.65
104	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	4,987.25	\$ 2.56	\$12,767.36
105	Relleno hidrocompactado de lastre.	m3	5,546.42	\$ 23.66	\$131,228.41
106	Adquisición e instalación de Tapa metálica 0,60 x 0,60	u	3.00	\$ 132.01	\$396.03
107	Suministro e Instalación Válvula de compuerta 200 mm	u	7.00	\$ 1,038.74	\$7,271.18
108	Suministro e instalación de Unión Gibault de PVC 200 mm a 8"	u	4.00	\$ 166.10	\$664.40
109	Sum. Inst TEE LLL, D=8"	u	8.00	\$ 1,206.81	\$9,654.48
110	Sum. Inst CODO 90° HG BB, D=200MM	u	4.00	\$ 724.10	\$2,896.40
111	Sum. Inst TRAMO CORTO HF, L=1.00 ML, D=200MM	u	21.00	\$ 555.37	\$11,662.77
112	Sum. Inst TRAMO CORTO HF, L=1.3 ML, D=200MM	u	21.00	\$ 664.87	\$13,962.27
113	Sum. Inst TRAMO CORTO HF, L=0.20 ML, D=200MM	u	12.00	\$ 174.74	\$2,096.88
114	Sum. Inst TRAMO CORTO HF, L=1.6 ML, D=200MM	u	18.00	\$ 810.74	\$14,593.32
115	Sum. Inst TRAMO CORTO HF, L=1.4 ML, D=200MM	u	42.00	\$ 862.11	\$36,208.62

SUBTOTAL 13,068,795.95
 COSTOS INDIRECTOS 4% 522,751.84
 IVA 15% 1,960,319.39

TOTAL PRESUPUESTO	\$ 15,551,867.18
--------------------------	-------------------------

SON QUINCE MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE DOLARES CON 18/100 CENTAVOS.

Anexo 6
Visita en campo



