



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO
DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO**

Autora:

María Victoria Bakhos Domínguez

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autora:

María Victoria Bakhos Domínguez

C.I: 28.480.417

Tutora:

Zhandra López

C.I: 18.106.232

San Diego, octubre de 2023.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Estudio Para el Mejoramiento del
Seminario de agua Potable del
Municipio San Diego


Realizado por el (la) Br. María V. Bakhas D.

C.I. N° 28 480 917 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

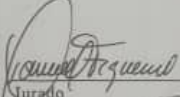
hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO



Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Zherdía López
C.I.: 18.106.233

El Jurado


Jurado
Nombre: Manuel F. Sucas
C.I.: 17315996



17/11/23


Jurado
Nombre: Gerardo Huguet
C.I.: 4859589

Fecha: 17/11/23



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Zhandra López, portador de la cédula de identidad N° 18.106.232, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano **Bakhos Domínguez María Victoria**, portador de la cédula de identidad N°28.480.417, titulado “**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO**”, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los veintiséis (26) días del mes de octubre del año dos mil veintitres.

Ing. Zhandra López

C.I: 18.106.232



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI L 005 2023-ICR TG

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadana:
BAKHOS DOMÍNGUEZ, MARÍA VICTORIA
28.480.417
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 10-2023 de fecha 15/06/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

Estudio para el mejoramiento del suministro de agua potable del municipio San Diego.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Zhandra Sinaí López López, titular de la cédula de identidad V- 18.106.232

Atentamente



Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo agradezco a Dios y a la Virgen María, por ayudarme en este hermoso recorrido que fue la carrera de ingeniería civil y por iluminarme cuando sentía que todo estaba en contra.

También quiero agradecer a mis padres, por siempre estar presentes para mí y dispuestos a ayudarme sin importar lo demás, por ponerme siempre como su prioridad y apoyarme en todo momento, porque cuando yo creía que ya no podía, ellos siempre creían que sí; siempre ayudándome a buscar una solución a cualquier problema que se me presentara. Agradezco a mi hermano, por siempre ser la mejor distracción cuando me sentía estresada y ansiosa.

Agradezco enormemente al ingeniero Luis F. Arocha por brindarme todo el apoyo e información posible para la elaboración del trabajo de grado y por darme la respuesta a todas las preguntas que tenía.

Quisiera agradecer también a todas las personas que me encontré durante este recorrido y me ayudaron a llegar a donde estoy hoy, desde los que llevo conociendo desde el primer semestre hasta los que conocí en el último, todos han sido de gran ayuda para lograr esta meta. Y por último agradezco a todos los profesores que me brindaron sus conocimientos y me ayudaron a formarme como ingeniero civil.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN INFORMATIVO.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación de la Investigación.....	6
1.5 Alcance y Delimitación.....	7
II MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes.....	8
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	8
2.2. Teorías Centrales de la investigación.....	10
2.2.1 Teoría de los Sistemas.....	10
2.2.2 Teoría de los Fluidos.....	10
2.3 Bases Teóricas.....	10
2.3.1 Red de Distribución.....	10
2.3.2 Ciclo Hidrológico.....	10
2.3.3 Embalse de Agua.....	11
2.3.4 Sistemas de Abastecimiento de Agua.....	11
2.3.4.1 Grupos funcionales que componen un sistema de abastecimiento de agua.....	11
2.3.5 Nodos.....	12
2.3.6 Tanques de almacenamiento de agua.....	12
2.3.7 Sistema de bombeo.....	12
2.3.8 Planta potabilizadora.....	13
2.3.8.1 Tipos de plantas potabilizadoras	13
2.4 Bases Legales.....	13
2.5 Definición de Términos.....	14

III	MARCO METODOLÓGICO	16
	3.1 Tipo de Investigación.....	16
	3.2 Diseño de la Investigación.....	16
	3.3 Nivel de la Investigación.....	17
	3.4 Población y Muestra.....	17
	3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	18
	3.5.1 Observación Directa.....	18
	3.5.2 Entrevista.....	18
	3.5.3 Revisión Bibliográfica.....	19
	3.5.4 Revisión Documental.....	19
	3.6. Técnicas de Análisis de datos.....	19
	3.6.1 5 Porqués.....	19
	3.6.2 Diagrama de Ishikawa.....	20
	3.7. Fases Metodológicas.....	20
	3.8. Cuadro de Operacionalización de Variables.....	22
IV	RESULTADOS	23
	4.1 FASE I.....	23
	4.2 FASE II.....	27
	4.3 FASE III.....	29
	4.4 FASE IV.....	47
	CONCLUSIONES	49
	RECOMENDACIONES.....	50
	REFERENCIAS.....	51
	APÉNDICES.....	52
	Apéndice A.....	52
	Apéndice B.....	54
	Apéndice C.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Acueducto de Segovia.....	4
2	Mapa del Municipio San Diego.....	23
3	Mapa de San Diego con Red Superior, Alta, Media y Baja.....	24
4	Ubicación de los pozos 1.....	26
5	Ubicación de los pozos 2.....	26
6	Mapa del recorrido del SRC1 y SRC2 en San Diego.....	27
7	Diagrama de Ishikawa.....	29
8	Nodo tipo A.....	35
9	Nodo tipo B.....	36
10	Nodo tipo C.....	36
11	Ubicación de los nodos.....	37
12	Nodo 1.....	38
13	Nodo 2.....	38
14	Nodo 3.....	39
15	Nodo 4.....	39
16	Nodo 5.....	40
17	Nodo 6.....	40
18	Nodo 7.....	41
19	Nodo 8.....	41
20	Nodo 9.....	42
21	Empalme del SRC2 con la red del Valle de San Diego, imagen 1.....	44
22	Empalme del SRC2 con la red del Valle de San Diego, imagen 2.....	44
23	Ventosa y llave de paso, imagen 1.....	45
24	Ventosa y llave de paso, imagen 2.....	45
25	Ventosa y llave de paso, imagen 3.....	46
26	Ventosa y llave de paso, imagen 4.....	46

ÍNDICE DE TABLAS
DESCRIPCIÓN

TABLA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Técnicas-Instrumentos de recolección de datos.....	19
2	Cuadro de Operacionalización de Variables.....	22
3	Pozos activos en San Diego.....	25
4	5 Porqués.....	28
5	Und. Habitacionales en el Nodo 1.....	30
6	Und. Habitacionales en el Nodo 2.....	30
7	Und. Habitacionales en el Nodo 3.....	31
8	Und. Habitacionales en el Nodo 4.....	31
9	Und. Habitacionales en el Nodo 5.....	31
10	Und. Habitacionales en el Nodo 6.....	32
11	Und. Habitacionales en el Nodo 7.....	32
12	Und. Habitacionales en el Nodo 8.....	32
13	Und. Habitacionales en el Nodo 9.....	33
14	Cálculo de la dotación habitacional en cada nodo.....	33
15	Cálculo de la dotación total.....	34
16	Velocidades y gastos máximos recomendados.....	34
17	Diámetro para cada nodo.....	35
18	Tipos de nodo.....	37
19	Ubicación de los nodos.....	42
20	Cómputos Métricos.....	47



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO

Autora: María Victoria Bakhos Domínguez

Tutora: Zhandra López

Fecha: Octubre, 2023

RESUMEN INFORMATIVO

Este trabajo de grado tiene como objetivo general realizar un estudio para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el Municipio San Diego, mediante la activación de la aducción del Sistema Regional del Centro II y la interconexión mediante nodos con el Sistema Regional del Centro I, para garantizar el suministro continuo de agua potable a las redes existentes que alimentan los distintos sectores del Municipio San Diego; para garantizar el suministro continuo, se prevé determinar las acciones necesarias para la puesta en funcionamiento del estanque de Montemayor, solucionando así los problemas de abastecimiento de agua presentes en el Municipio San Diego y de esta manera satisfacer en parte la demanda existente. La presente propuesta es un proyecto factible, con un diseño de investigación documental y de campo, con un nivel descriptivo y para la recolección de datos las técnicas e instrumentos a utilizar serán: observación directa, entrevista, revisión bibliográfica y revisión documental. Además de lo mencionado anteriormente, cabe recalcar que el presente trabajo de grado se organiza en cuatro fases: la primera donde se realizó el diagnóstico de las condiciones actuales de las redes del suministro de agua en el Municipio San Diego mediante la herramienta de recolección de datos la entrevista, la segunda se llevó a cabo el análisis de las causas que generan el déficit del suministro de agua en el Municipio San Diego mediante las herramientas de análisis de datos los 5 porqués y el diagrama de Ishikawa, la tercera donde se propuso como posible solución al problema la interconexión del SRC2 con el SRC1 mediante nodos, realizando el cálculo aproximado del requerimiento de agua necesario en las distintas zonas y diseñando los distintos nodos, y en la cuarta fase se realizó la evaluación de la factibilidad económica del proyecto mediante el uso de cómputos métricos.

Descriptor: Agua potable, Abastecimiento, Distribución, Estanque



BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
JOSÉ ANTONIO PÁEZ UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

**STUDY FOR THE IMPROVEMENT OF THE POTABLE WATER SUPPLY OF THE
SAN DIEGO MUNICIPALITY**

Author: María Victoria Bakhos Domínguez

Tutor: Zhandra López

Date: October, 2023

ABSTRACT

This thesis has as general objective to carry out a study for the improvement of the clear water supply in the San Diego municipality, through the adduction of the Regional System of Center II and the interconnection through nodes with the Regional System of Center I, to guarantee the continuous supply of clear water to the existing networks that power the different sectors of the San Diego municipality; to guarantee the continuous supply, it is planned to establish the necessary actions to put the Montemayor pond to work, fixing the water supply issues in the San Diego municipality and partially satisfying the existing demand. This proposal is a feasible project, with a documental and field investigation, with a descriptive level and for the data recollection the techniques and instrument will be: direct observation, interviews and documental and bibliographic revision. It's important to state that this thesis is organized in four phases: the first one where the diagnosis of the current conditions of the networks used for the water supply in the San Diego municipality was made, using the data collection tool: the interview, the second one regarding the analysis of the causes for the deficits in the water supply in the San Diego municipality was carried out using the data analysis tools: the 5 whys and the Ishikawa diagram, the third one where the interconnection of RCS2 with RCS1 through nodes was proposed as a possible solution to the problem, making an approximate calculation of the necessary water requirement in the different areas and designing the different nodes, and the fourth one the evaluation of the economic feasibility of the project was carried out through the use of metric calculations.

Keywords: Clear water, Supply, Distribution, Pond

INTRODUCCIÓN

En el año 2010 se inició el trasvase del Lago de Valencia hacia al Embalse Pao Cachinche, esta contaminación disminuyó la capacidad de la planta potabilizadora Alejo Zuloaga y junto con el aumento de la población se generó una crisis en el abastecimiento de agua, siendo el Municipio San Diego de los más afectados por ser uno de los que ha tenido mayor crecimiento. El Proyecto Original del Sistema Regional del Centro II, contempló la incorporación de este Sistema de Acueductos con el Valle de San Diego, sin embargo, este solo se puso en funcionamiento hasta el estanque Castillito, abasteciendo a la urbanización Castillito y el C.C. Metrópolis, quedando el resto del recorrido sin operatividad por toda la Av. Don Julio Centeno.

Es por esta razón que se busca crear una propuesta que mejore el déficit de suministro de agua mediante la habilitación de este tramo del Sistema Regional del Centro II y el estanque de Montemayor.

La presente investigación se encuentra estructurada en 4 capítulos, por su parte el **Capítulo I** abarca lo que sería el planteamiento y formulación del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación de la investigación y cuáles serían sus alcances y delimitaciones. Por otra parte, el **Capítulo II** comprende el marco teórico, que conlleva los antecedentes del trabajo de investigación, las bases teóricas a utilizar, las bases legales y la definición de términos. A su vez, se encuentra el **Capítulo III** que expone el tipo, el diseño y el nivel de la investigación a realizar, la población y muestra del mismo, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la técnica de análisis de datos, las fases metodológicas y el cuadro de operacionalización de variables. Por último, se cuenta con el **Capítulo IV** donde se expresan los resultados obtenidos utilizando las herramientas establecidas en el anterior capítulo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El agua es esencial para la existencia del planeta. Sin ella, la vida y la biodiversidad tal como las conocemos desaparecerán. La actividad humana requiere una gran cantidad de agua para realizar la mayoría de las actividades diarias. No hay actividad humana que el hombre quiera emprender, sin tomar en consideración la presencia del agua. Sin embargo, este preciado bien es a veces insuficiente y cada día nos acercamos lentamente a una peligrosa escasez de agua. El planeta Tierra contiene alrededor de 1.386 millones de km³ de agua y esta cantidad no ha disminuido ni aumentado en los últimos dos mil millones de años. Se estima que el 97% es agua salada y solo el 2,5% del agua que existe en la Tierra es agua dulce. Cuando se considera que el 90% del agua dulce disponible en el planeta está en la Antártida, esa sensación de abundancia disminuye. Solo el 0,5% del agua dulce se encuentra en depósitos subterráneos y el 0,01% en ríos y lagos.

La cantidad de agua existente actualmente en el Planeta es exactamente la misma desde su formación, lo que cambia es su estado: líquido, sólido y gaseoso, dependiendo de las condiciones climáticas. Lo que ha cambiado es la demanda del agua, producto del crecimiento de la población mundial; por eso la planificación para el uso óptimo de los diferentes recursos hídricos es fundamental. En esta planificación se tiene en cuenta que la cantidad de agua disponible para su uso en embalses y represas siempre ha estado limitada por el índice de precipitación, que actualmente se ve afectado por cambios bruscos de intensidad, debido principalmente al Cambio Climático. Por lo tanto, es necesario implementar diversas medidas y métodos que permitan un uso racional y eficiente del agua.

La ONU confirma que más del 40% de la población mundial sufre de falta de agua potable. Todos los días mueren alrededor de 1.000 niños a causa de enfermedades que se podían prevenir causadas por el agua o las diarreas relacionadas con el saneamiento. Según los datos que maneja Naciones Unidas, hablamos de 4.200 millones de personas que en la actualidad carecen de acceso a servicios de agua limpia y saneamientos gestionados de forma segura.

Lo que nos lleva a lo expuesto por Fernández Cirelli, A. (2018) que en su informe aporta que:

“El agua se encuentra íntimamente relacionada al desarrollo y a la salud de la población. En Latinoamérica, pese a los avances evidenciados, aún muestra deficiencias relevantes en cuanto a los medios de saneamiento y a la disponibilidad de servicios de agua

potable. En efecto, 65 millones de habitantes rurales no tienen acceso al agua potable, mientras que el 85% de la población urbana posee acceso a fuentes mejoradas de agua potable. El 20% de la población latinoamericana no posee saneamiento.” (p.2).

En el mismo sentido, los países con menor poder adquisitivo, mayor escasez alimentaria y mayores tasas de mortalidad infantil cuentan con menor acceso al agua potable. Por otro lado, además del uso del agua, que no es el mismo en términos de consumo doméstico en las diferentes ciudades de la región, es necesario prestar atención a la calidad del agua, que puede verse afectada por contaminación microbiológica y/o química, y por la cual se han reportado índices alarmantes de mortalidad asociados a enfermedades hídricas. Las previsiones para los próximos cincuenta años indican un importante crecimiento demográfico en la región, que lleva consigo un aumento de la demanda de agua y de los servicios asociados a este recurso.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en América Latina, donde el promedio de acceso al agua potable es del 55 al 60%, se requiere más acción pública para garantizar que el 100% de la población tenga acceso al agua. Se puede observar que actualmente no hay una escasez estructural de agua, la cual se ha pronosticado como una de las consecuencias del cambio climático, sino que existe un “mal manejo” de este recurso, y por ello la importancia de tener un Estado fuerte decidido a invertir en infraestructuras hídricas para poder llevar el agua a todos los ciudadanos.

Esto lleva a que cualquier asentamiento humano, por pequeño que sea, necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua que satisfaga sus necesidades vitales; pues el servicio de agua es el servicio público más indispensable y el único insustituible. La solución más elemental consiste en establecer el poblamiento en las proximidades de un río o manantial, desde donde se acarrea el agua a los puntos de consumo. Otra solución consiste en excavar pozos dentro o fuera de la zona habitada o construir aljibes. Pero cuando el poblamiento alcanza la categoría de auténtica ciudad, se hacen necesarios sistemas de conducción que obtengan el agua en los puntos más adecuados del entorno y la aproximen al lugar donde está establecida la comunidad humana.

Esta necesidad se remonta a la época del Antiguo Egipto, Grecia y el Imperio Romano, que fueron unas de las sociedades que se destacaron por encima de otras civilizaciones para obtener y canalizar el agua destinada al consumo humano y a la higiene personal. Los romanos realizaron diferentes edificaciones, pero una de las obras más importantes fueron los acueductos, tal como el Acueducto de Segovia el cual fue construido en el siglo II D.C. y aún presta servicio.

Figura 1: Acueducto de Segovia.

Fuente: Luis. F Arocha.



El acueducto es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que está accesible en la naturaleza hasta un punto de consumo distante, generalmente una ciudad o poblado. En la ingeniería moderna, el término acueducto se usa para cualquier sistema de tuberías, zanjas, canales, túneles y otras estructuras utilizadas para este propósito.

Los sistemas de acueductos son un pilar de suma importancia para las comunidades humanas, pues han facilitado el acceso al agua potable a lo largo de la historia tanto para las actividades diarias que realiza el ser humano, como para la creación de grandes urbanizaciones, dando paso así a grandes comunidades. Adicionalmente, el suministro de agua potable da un nivel adecuado de comodidad e higiene, aumentando el nivel de salubridad en la población.

En la actualidad Venezuela cuenta con varios sistemas regionales de distribución de agua, en los cuales algunos no surten la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda existente.

El 24 de junio de 1978 bajo el primer gobierno del presidente Carlos Andrés Pérez se inauguró el sistema regional del centro I, con aguas procedentes del embalse Pao Cachinche y potabilizadas en la planta Alejo Zuloaga que alimenta los estados Cojedes, Carabobo y Aragua. Posteriormente se pone en servicio el Sistema Regional del Centro II, el 11 de enero de 1996, en el segundo gobierno del presidente Rafael Caldera, con aguas procedentes del embalse Pao La Balsa y potabilizadas en la planta de tratamiento Soulés Baldó, ubicada en la población de Maruria del Municipio Carlos Arvelo.

De acuerdo a información recibida por el Director del Departamento de Agua de la Alcaldía de San Diego, ingeniero Luis Fernando Arocha; en el Municipio San Diego, objeto de estudio de este trabajo, originalmente solo poseía un asentamiento en el Poblado de San Diego. Acueducto Rural de San Diego, construido en 1960 por la Dirección de Malariología del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, alimentado con aguas captadas en el Río San Diego en el Dique Toma frontal de La Cumaca, con una capacidad de captación de 60 litros por segundo (lps), cuenta con un clorador por goteo, una línea de aducción de diámetro de 250 mm (10 pulgadas) y una longitud aproximada de 10 km, suficiente para cubrir las necesidades de una población de 41.500 habitantes con una dotación de 125 lts/hab/día.

Luego de la puesta en marcha del Sistema Regional del Centro I, el 24 de junio de 1978 en la primera gestión administrativa del presidente Carlos Andrés Pérez, San Diego, quedó incorporado al citado sistema mediante una tubería de acero, diámetro 500 mm (20 pulgadas) con capacidad de conducción de 400 litros por segundos (lps) suficientes para cubrir las necesidades de una población de 138.240 habitantes y con una dotación de 250 lts/hab/día.

Hoy en día, dada la situación crítica de la calidad de las aguas del embalse de Cachinche, a consecuencia del trasvase de 6.000 litros por segundos (lps) de las aguas del Lago de Valencia sin ningún tratamiento previo, ha causado el alto grado de contaminación en las aguas del embalse, a tal punto que la planta potabilizadora Alejo Zuloaga no puede procesar, habiendo disminuido su producción de 8.000 lps a un máximo de 3.000 lps. Es por ello, que San Diego hoy sólo recibe del Sistema Regional del Centro I, un caudal no mayor de 50 lps, generando un déficit en todo el municipio, por lo que se procedió temporalmente a la construcción de pozos públicos operados y mantenidos por Hidrocentro, así como pozos privados en algunas urbanizaciones.

Posteriormente, el 11 de enero de 1996, durante la segunda gestión administrativa del presidente Caldera, se concluyó y puso en servicio el iniciado Sistema Regional del Centro II, pero, no fue sino hasta mediados del año 2010, cuando de dicho sistema, se le incorporaron al Municipio San Diego 250 lps, donde se cubren los requerimientos de la Zona Industrial Castillito y el C.C. Metrópolis alimentándose hasta el estanque de Castillito.

Es de resaltar, que el Municipio San Diego, teniendo construida la línea de aducción del Sistema Regional del Centro II con un diámetro de 900 mm (36 pulgadas) y una longitud de 22 km, desde la interconexión con la línea procedente de la Planta Potabilizadora Soulés Baldó y la estación reguladora de presión y distribuidora en la Zona Industrial de Castillito, desde este punto

hasta el estanque ubicado en el sector de Montemayor, dicha línea no se ha puesto en servicio, a consecuencia de la inexistencia de los nodos o empalmes requeridos para garantizar la adecuada distribución del caudal de 900 lps para el Municipio San Diego.

Es importante señalar que el Sistema Regional del Centro II está en paralelo al Sistema Regional del Centro I a lo largo de la Avenida Don Julio Centeno.

Dado el déficit en el suministro de agua es lo que lleva a presentar una propuesta que permita satisfacer los requerimientos necesarios para el Municipio San Diego.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera se puede mejorar el abastecimiento de agua potable en el Municipio San Diego?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Realizar un estudio para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el Municipio San Diego.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de las redes del suministro de agua en el Municipio San Diego.
- Analizar las causas que generan el déficit del suministro de agua en el Municipio San Diego.
- Proponer un posible mejoramiento del suministro de agua en el Municipio San Diego.
- Evaluar la factibilidad económica del proyecto.

1.4. Justificación de la Investigación

La mayor y principal justificación del presente trabajo de grado se concentra en el área social, ya que busca dar respuesta a una problemática existente en una comunidad.

En la actualidad Hidrocentro suministra agua, solamente 3 días a la semana al Municipio de San Diego generando incomodidad y alteración a la rutina de sus habitantes.

Dada la importancia del vital líquido en el desempeño de las actividades diarias tales como alimentación, aseo personal, aseo de vivienda, actividades de producción, salubridad pública, etc; es realmente un clamor del sandiegano, contar con el suministro diario de tan importante recurso.

Desde el punto de vista sanitario esta investigación lograría disminuir la incidencia de enfermedades infecciosas intestinales, diarreicas y parasitarias en la población.

Por otro lado, en la parte educativa, el presente trabajo de grado puede servir de base para el desarrollo de nuevas investigaciones o trabajos de grado.

1.5. Alcance y Delimitación

El alcance de este trabajo de grado es plantear una propuesta para el mejoramiento del suministro de agua del municipio san diego de manera que permita cubrir la demanda actual. Se entiende que esta propuesta está circunscrita exclusivamente dentro del Municipio San Diego.

En la propuesta de estudio a realizar se indicarán los puntos de empalme adecuados para lograr la mayor y mejor fluidez posible del agua, en cada una de las urbanizaciones ubicadas a lo largo de toda la Avenida Don Julio Centeno, indicando al detalle cómo se ejecutarán los nodos de empalme. Adicionalmente, se solicitará a Hidrocentro realizar una inspección para efectuar una evaluación con el fin de poner en funcionamiento el estanque ubicado al final del Sistema Regional del Centro II denominado Montemayor, el cual tiene una altura de 10 metros, un diámetro de 50,46 metros y cuenta con de una capacidad de 20.000 m³ para cubrir las demandas de las urbanizaciones presentes y futuras ubicadas hasta la cota 520 msnm, por arriba de la cota señalada los futuros urbanismos deberán considerar en sus proyectos estaciones de bombeo de acuerdo a las normativas municipales vigentes.

En el presente trabajo sólo se contempla una propuesta donde se indicarán los puntos clave de interconexión idóneos y en donde se analizarán las posibles modificaciones y mejoras en las redes que serán alimentadas desde el estanque de Montemayor.

Como se ha indicado anteriormente, para las distintas fases de ejecución y análisis de esta propuesta, se tiene previsto contar con el apoyo tanto técnico como de campo de los funcionarios de Hidrocentro, responsables del funcionamiento del acueducto en el Valle de San Diego.

En conclusión, el alcance de este trabajo de grado es proporcionar los detalles de los nodos, así como su ubicación más idónea para maximizar la mejora del sistema hídrico que permita la interconexión con el sistema Regional del Centro II e identificar los accesorios que requiere el tanque Montemayor para ponerlo en funcionamiento.

Se entiende que esta propuesta está circunscrita exclusivamente dentro del Municipio San Diego, desde el Estanque de Castillito hasta el Estanque de Montemayor.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Arias (2016, p. 108) en su libro expone su concepto sobre el marco teórico, donde declara que “El marco teórico o marco referencial, es el producto de lo revisión documental-bibliográfica, y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar”. Por otro lado, también contamos con la postura de Hernández Sampieri, R. (2008) quien señala que un marco teórico es “un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. Nos ayuda a documentar cómo nuestra investigación agrega valor a la literatura existente”.

En pocas palabras, se puede decir que el marco teórico es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento.

2.1. Antecedentes

Los antecedentes de un proyecto, también conocidos como antecedentes de la investigación o antecedentes de un problema, es todo el trabajo que se ha realizado previamente sobre un tema en estudio que aporta información importante para el presente trabajo. Los antecedentes sirven para conocer las opiniones de diferentes autores, sus metodologías y resultados. Ayudan a saber qué aspectos se han abordado, qué queda por explorar y a definir el rumbo del proyecto.

Por su parte Arias (2016, p. 108) expone lo siguiente, “Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones”.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

El trabajo de grado realizado por Azuaje, M y Núñez, G. (2020) titulado “**Plan de mejoras para el abastecimiento de agua potable en la Zona Norte “A” del Municipio San Diego. Edo. Carabobo.**” El cual fue presentado en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, para optar al título de Ingeniero Civil, en el cual diseñaron un Plan de Mejoras para el abastecimiento de agua potable en la Zona Norte A del municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Azuaje y Núñez diagnosticaron las afectaciones en el sistema y analizaron la red de distribución determinando la escasez del recurso hídrico. Evaluaron la factibilidad técnica, económica y operativa para determinar una mejora del abastecimiento de agua y la capacidad técnica que implica la implementación de un nuevo componente que sirva de complemento al sistema actual. Analizaron las alternativas que sirven de complemento al sistema de abastecimiento actual, para así dar solución al problema de escasez de agua y lograr la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. Finalmente diseñaron un plan de mejora para el abastecimiento de agua potable en el que se disgregan todos los elementos técnicos que conforman el mismo.

Se tomó en cuenta este antecedente dada a la relación directa que tiene con el presente trabajo de grado.

Por otra parte, González, S y Ramírez, C (2020); fue planteado ante la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de José Antonio Páez el trabajo de grado **“Lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad, Municipio San Diego Estado Carabobo”** Elaboraron unos lineamientos para la construcción de pozos, en el aprovechamiento del recurso agua subterránea con criterios de sostenibilidad en el municipio San Diego estado Carabobo. Para lograr así controlar bajo estándares de sostenibilidad la perforación indiscriminada

Se tomó en cuenta este trabajo de grado debido a que busca satisfacer la demanda de agua existente.

Adicionalmente se cuenta con el trabajo de grado de Urbina, J y Abou, N. (2021), titulado **“Propuesta de una alternativa hidráulica para el abastecimiento de agua para el consumo de los habitantes de la parroquia Cachamay, Puerto Ordaz, estado Bolívar”**, presentada ante la Universidad Católica Andrés Bello como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Civil. En el presente trabajo para la elaboración de la propuesta se estimó una dotación global considerando el reducido crecimiento demográfico de la parroquia y las posibles pérdidas físicas encontradas en la red de distribución. También para almacenar la demanda hídrica del sector, se implementó un estanque superficial ubicado en las adyacencias de la urbanización los raudales, por su elevado nivel topográfico con el objetivo de apoyar al sistema de acueducto actual cuando presente fallas de funcionamiento.

Este antecedente se eligió debido a la utilización de estanques para apoyar en emergencias el abastecimiento continuo de agua a la población.

2.2. Teorías centrales de la investigación

2.2.1. Teoría de los Sistemas

La teoría de sistemas es el estudio interdisciplinario de los sistemas en general. Su propósito es estudiar los principios aplicables a los sistemas en cualquier nivel en todos los campos de la investigación. Un sistema se define como una entidad con límites y con partes interrelacionadas e interdependientes cuya suma es mayor a la suma de sus partes. El cambio de una parte del sistema afecta a las demás y, con esto, al sistema completo, generando patrones predecibles de comportamiento. El crecimiento positivo y la adaptación de un sistema dependen de cómo se ajuste este a su entorno. Además, a menudo los sistemas existen para cumplir un propósito común que también contribuye al mantenimiento del sistema y a evitar sus fallos.

2.2.2. Teoría de los Fluidos

Es una de las ciencias que forman la base de toda técnica. Esta ciencia se ramifica en varias especialidades tales como aerodinámica, hidráulica, ingeniería naval, dinámica de gases y procesos de flujo. Tiene relación con la estática, cinemática y dinámica de los fluidos, ya que el movimiento de un fluido se produce debido al desequilibrio de las fuerzas que actúan sobre él.

2.3. Bases Teóricas

Las bases teóricas son todas las teorías, conceptos, características, funciones relacionadas con el objeto de investigación que le permitirán al investigador recopilar información. Según Arias (2016, p. 109) “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”.

2.3.1. Red de Distribución

Una red de distribución es aquella en la que se transporta el agua desde la planta de tratamiento o del tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio, es decir, el punto en el que el usuario puede hacer uso de ella, ya sea una toma de agua comunitaria o conexiones domiciliarias.

2.3.2. Ciclo Hidrológico

Fernández, Alicia et. al (2012) expresa lo siguiente:

“El agua es un recurso renovable pero finito. Se calcula que al año se evaporan aproximadamente 505.000 km³ de agua de los océanos. Sin embargo, la mayor parte se precipita nuevamente sobre los mismos océanos, no pudiendo ser utilizada como recurso de agua dulce. La precipitación anual sobre tierra firme se estima en 120.000 km³. Ese

movimiento masivo del agua, esencialmente causado por la energía del sol se conoce como ciclo hidrológico. Este ciclo es un proceso complejo que incluye la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración y la infiltración”.

2.3.3. Embalse de Agua

Las presas de embalse han sido utilizadas por el ser humano durante al menos 5.000 años para adaptarse a las fluctuaciones del ciclo del agua con el fin de hacer que el uso de este recurso a lo largo del año sea más previsible y, por lo tanto, capaz de satisfacer muchas necesidades y demandas diferentes. Como riego, piscicultura, producción de agua potable, la navegación, mitigación de condiciones extremas del agua (sequías e inundaciones) y usos recreativos.

2.3.4. Sistemas de Abastecimiento de Agua

Un sistema de abastecimiento de agua es un sistema que permite que el agua de fuentes naturales, ya sea subterránea, superficial o pluvial, llegue al punto de consumo en la cantidad y calidad requerida. Este conjunto de obras o tecnologías (tuberías, instalaciones y accesorios) están diseñadas para conducir, filtrar, almacenar y distribuir agua desde la fuente hasta el hogar del usuario, satisfaciendo así las necesidades de los ciudadanos. El sistema de abastecimiento de agua se puede dividir por tipo de usuario en urbana o rural. Mientras que los sistemas urbanos son complejos, los sistemas de abastecimiento rural tienden a ser técnicamente más simples y la mayoría no cuenta con redes de distribución, sino que utilizan piletas públicas o llaves para uso común, o conexión domiciliaria o familiar.

2.3.4.1. Grupos funcionales que componen un sistema de abastecimiento de agua

- **Captación:** son las obras necesarias para captar el agua de la fuente a utilizar. Generalmente se trata de una estructura de concreto, ferrocemento o geomembrana que permite la recepción del agua de un manantial de ladera, río, riachuelo, lago o laguna, o de aguas subterráneas, que luego será distribuido a la población.
- **Conducción:** es el componente por el que se transporta el agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión, es decir que puede hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas), ya sea de modo manual o motorizado.
- **Almacenamiento y potabilización / desinfección:** es el conjunto de estructuras destinadas a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo y uso humano. Este incluye todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos

principales de una planta de tratamiento de agua o planta potabilizadora son lograr un agua que sea segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica. El almacenamiento se refiere a los tanques de reservorios que permiten suministrar el caudal de máximo horario a la red de distribución, manteniendo la presión adecuada.

- **Distribución:** este es el conjunto de estructuras y elementos encargados de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos los pobladores. Se incluyen válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.
- **Manejo seguro en el hogar:** son las tecnologías y buenas prácticas que mantienen y, en algunos casos, mejoran la calidad microbiológica del agua domiciliaria, disminuyendo así la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua. Se incluyen varios métodos de tratamientos físicos y químicos. Asimismo, el almacenamiento de agua segura abarca la utilización de recipientes y contenedores limpios y cubiertos, así como la adopción de comportamientos de higiene apropiados que prevengan la contaminación en el momento de recoger, transportar y almacenar el agua en el hogar.

2.3.5. Nodos

Según Tzatchkov, Velitchko (2014, p.37), en su libro “Avances en la hidráulica de redes de distribución de agua potable” establece que “Un nodo de la red es un punto donde se unen varias tuberías. Por una parte de éstas se introduce (ingresa) agua al nodo, y por otra sale (egresa) agua del mismo.”

2.3.6. Tanques de almacenamiento de agua

El tanque de almacenamiento es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución para garantizar un servicio eficiente.

2.3.7. Sistema de bombeo

De acuerdo a Blanco, Eduardo et. al (1994) en su libro titulado “Sistemas de Bombeo”:

“Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos.” (p.1)

2.3.8. Planta potabilizadora

Una planta potabilizadora de agua, también conocida como estación de tratamiento de agua potable, es un conjunto de estructuras y procesos que permiten transformar agua captada de un sistema natural (río, lago, embalse, agua subterránea o incluso el mar) en agua apta para consumo humano.

2.3.8.1. Tipos de plantas potabilizadoras

Las plantas potabilizadoras variarán considerablemente sus procesos, características y dimensiones dependiendo de diversos factores, por ejemplo:

- **Del origen del agua a tratar:** no será lo mismo la potabilización del agua de un lago de montaña, con baja turbiedad, que de un río de llanura, con alta carga de sedimentos.
- **De la población a abastecer:** un barrio o pueblo pequeño puede abastecerse de agua potable a partir de un sistema compacto o modular, mientras que una gran ciudad requerirá de grandes instalaciones y complejos sistemas para prevenir cualquier falla.
- **De la ubicación geográfica de la planta:** algunas regiones cuentan con presencia natural de sustancias tóxicas, para la cual se debe prever un sistema que lo contrarreste

2.4. Bases Legales

Palella y Martins (2006, p.69) indican que las bases legales “son las normativas jurídicas que sustentan el estudio desde la carta magna, las leyes orgánicas, las resoluciones decretos, entre otros”. Es importante que se especifique el número de articulado correspondiente, así como una breve paráfrasis de su contenido a fin de relacionarlo con la investigación a desarrollar.

De acuerdo a la definición anterior, las bases legales son todas aquellas leyes las cuales deben guardar una relación con la investigación de estudio, los artículos deben ser copiados tal como son y como último objetivo parafrasearlo con la relación que tiene con la investigación.

En la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) en su artículo 304 dispone que “todas las aguas son bienes del dominio público de la Nación, insustituibles para la vida y el desarrollo”.

Según la Gaceta Oficial No 38.595 (2007), la cual decretó la Ley del Agua, establece en sus siguientes artículos:

“Artículo 1: Esta Ley tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés de Estado.

Artículo 3: La gestión integral de las aguas comprende, entre otras, el conjunto de actividades de índole técnica, científica, económica, financiera, institucional, gerencial, jurídica y operativa, dirigidas a la conservación y aprovechamiento del agua en beneficio colectivo, considerando las aguas en todas sus formas y los ecosistemas naturales asociados, las cuencas hidrográficas que las contienen; los actores e intereses de los usuarios o usuarias, los diferentes niveles territoriales de gobierno y la política ambiental, de ordenación del territorio y de desarrollo socioeconómico del país.

Artículo 4: La gestión integral de las aguas tiene como principales objetivos:

1. Garantizar la conservación, con énfasis en la protección, aprovechamiento sustentable y recuperación de las aguas tanto superficiales como subterráneas, a fin de satisfacer las necesidades humanas, ecológicas y la demanda generada por los procesos productivos del país.
2. Prevenir y controlar los posibles efectos negativos de las aguas sobre la población y sus bienes.

Artículo 10: La conservación y aprovechamiento sustentable de las aguas tiene por objeto garantizar su protección, uso y recuperación, respetando el ciclo hidrológico, de conformidad con lo establecido en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en esta Ley y en las demás normas que las desarrollen.”

Según lo establecido en la constitución, el Estado es el responsable de garantizar el abastecimiento, saneamiento y conservación del agua, sin embargo, es responsabilidad de todos contribuir con el buen uso y preservación de este vital líquido ya que es indispensable para la vida e insustituible.

2.5. Definición de Términos

Agua Potable: El agua es un compuesto con características únicas de gran significación para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural.

Brida de acero: Las bridas de acero para tuberías son un tipo de accesorio tubular que conecta dos tubos, o tubos y válvulas, o el equipo a la tubería. Los orificios en la brida sirven para conectarla por medio de pernos de acero, y luego se coloca la junta en el medio para sellar ambas bridas.

Golpe de Ariete: es un fenómeno de tuberías que se produce cuando un fluido en movimiento se ve obligado a detenerse o a cambiar de dirección repentinamente. El cambio repentino del momento del fluido, normalmente por el cierre de una válvula, provoca un aumento de presión que envía una onda a la velocidad del sonido de un lado a otro de la red de tuberías.

Llave de paso: es la válvula de apertura y cierre, de accionamiento manual, construida de forma que sólo permite la circulación del agua en una dirección, por lo que constituye una especie de válvula antirretorno.

Tubería de Aducción: Un sistema de aducción se caracteriza por contener un conjunto de elementos que pueden ser tuberías, canales, túneles y otros dispositivos que permitan el transporte de agua desde el punto de captación hasta un tanque de almacenamiento o planta de tratamiento o si las condiciones son buenas hasta el primer punto antes de la distribución de agua en la red.

Ventosas: son elementos indispensables en las conducciones de hidráulica a presión. Su función principal es la de dar salida al aire que existe en la conducción y que resulta muy nocivo para la misma, puesto que genera grandes aumentos de presión en los puntos en los que se acumula.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico es un conjunto de técnicas y procesos utilizados para formular hipótesis, resolver problemas y realizar investigaciones. En otras palabras, en él se explicará la metodología con la que se llevará a cabo el proyecto de investigación. Según Arias (2016, p. 112) “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado”. De acuerdo a Sampieri (2003) el enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

3.1. Tipo de Investigación

Este trabajo se define como un proyecto factible que según la UPEL (1998, p.7) “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”.

De igual manera, la Universidad Simón Rodríguez (1980) considera que un proyecto factible está orientado a resolver un problema planteado o a satisfacer las necesidades en una institución o grupo social.

La presente investigación busca solventar el déficit existente en el suministro de agua potable incorporando al Sistema Regional del Centro II mediante nodos a las redes de distribución actuales. Esta investigación es un proyecto factible porque está basado en una propuesta viable que resolvería los problemas de suministro de agua de la población de San Diego.

3.2. Diseño de la Investigación

Este proyecto se basa en dos tipos de investigación a lo largo de su desarrollo, ya que de esta manera se pueda recolectar todos los datos e información necesaria para poder llevarlo a cabo.

Contamos con la investigación de Campo que, según Arias, Fidas (2006)

“Es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental”. (p.31)

Se entiende entonces, que la investigación de campo es el proceso que permite obtener datos de la realidad y estudiarlos tal y como se presentan, sin manipular las variables. Por ello, su característica básica es que se lleva a cabo fuera del laboratorio, en el lugar de ocurrencia del fenómeno.

Para llevar a cabo esta investigación se solicitará a Hidrocentro la asistencia necesaria para inspeccionar el Estanque de Montemayor, las llaves de paso y ventosas, al igual que el empalme del SRC2 con la red del Valle de San Diego y de esta manera, mediante la observación directa, poder constatar las condiciones en las que se encuentra actualmente

Adicionalmente también nos apoyaremos en la investigación documental, que es una técnica de investigación cualitativa que se encarga de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, etc. De acuerdo a Arias (2006, p.27) “La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas e interpretación de datos secundarios, es decir los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”.

En este tipo de investigación al basamento para conocer las características de todas las estructuras existentes tanto del Sistema Regional del Centro II, como la red de distribución de la zona en estudio y así poder escoger la ubicación más eficiente para conectarlos.

3.3. Nivel de la Investigación.

El nivel de la investigación se refiere al grado de profundidad con el que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. El presente proyecto será desarrollado a un nivel de profundidad descriptivo que, de acuerdo a Arias (2006):

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.” (p.24).

La profundidad de la investigación será descriptiva ya que se limitará a enumerar las acciones a tomar para solventar la problemática existente.

3.4. Población y Muestra

De acuerdo a Arias (2006):

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las

conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (p.81)

A su vez Arias también explica que “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83)

En este proyecto la población serían las tres redes de aducción: Sistema Regional del Centro I, Sistema Regional del Centro II y el dique-toma del río San Diego en la Cumaca. Mientras que la muestra viene siendo la aducción del Sistema Regional del Centro I (Pao Cachinche).

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

“Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” es lo que establece Arias (2012, p.67), a su vez también aporta que “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.” (p.68).

El presente trabajo de grado como su finalidad es satisfacer una necesidad existente, las técnicas a utilizar son las siguientes:

3.5.1. Observación Directa

Según Tamayo y Tamayo (2007, p. 193), la observación directa “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”. La observación directa es un método de recolección de datos sobre un individuo, fenómeno o situación particular. Se caracteriza porque el investigador se encuentra en el lugar en el que se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente, ya que de lo contrario los datos obtenidos no serían válidos.

3.5.2. Entrevista

Según Sabino, C. (2002), las entrevistas se dividen en dos tipos. Entrevistas estructuradas y no estructuradas. La entrevista estructurada se caracteriza por estar rígidamente estandarizada, se plantean idénticas preguntas y en el mismo orden a cada uno de los participantes, quienes deben escoger la respuesta entre dos, tres o más alternativas que se les ofrecen. Mientras que la no estructurada es más flexible y abierta, aunque los objetivos de la investigación rigen a las preguntas, su contenido, orden, profundidad y formulación se encuentran por entero en manos del entrevistador. Si bien el investigador, sobre la base del problema, los objetivos y las variables, elabora las preguntas antes de realizar la entrevista, modifica el orden, la forma de encauzar las preguntas o su formulación para adaptarlas a las diversas situaciones y características particulares de los sujetos de estudio.

En el caso del presente trabajo de grado se llevaron a cabo ambos tipos de entrevista.

3.5.3. Revisión Bibliográfica

La revisión bibliográfica se puede entender como la selección de los documentos disponibles sobre el tema, que contienen información, ideas, datos y evidencias por escrito sobre un punto de vista en particular para cumplir ciertos objetivos o expresar determinadas opiniones sobre la naturaleza del tema

3.5.4. Revisión Documental

Según Alfonso, I (1994), la investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos. La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, mas no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales.

Tabla 1: Técnicas-Instrumentos de recolección de datos.

Fuente: Bakhos. (2023)

Técnicas	Instrumentos
Observación Directa	Diario de campo.
Entrevista	Grabadora de voz / video, cuaderno, guión de entrevista.
Revisión Bibliográfica	Libros, tesis, proyectos, informes.
Revisión Documental	Análisis de contenido.

3.6. Técnicas de Análisis de Datos

3.6.1. Los 5 porqués

Es un método que se basa en la realización de preguntas que buscan explorar la causa-efecto de un suceso o problema en particular. Consiste en examinar cualquier problema y realizar la pregunta: “¿Por qué?” La respuesta al primer “por qué” va a generar otro “por qué”, la respuesta al segundo “por qué” pedirá otro y así sucesivamente, de ahí el nombre de la estrategia 5 porqués. La técnica es sencilla, no tiene gran dificultad de aplicación, es una herramienta fácil y muchas veces eficaz para descubrir la raíz de un problema. Ya que es simple, se puede adaptar de forma rápida y así resolver casi cualquier problema.

Cuando se busca resolver un problema, se comienza con el resultado final de la situación que se quiere analizar y se trabaja hacia atrás (hacia la raíz), se pregunta de manera continua: “¿Por qué?”. Se repite una y otra vez la pregunta hasta que la causa raíz del problema se hace evidente.

3.6.2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como de espina de pescado, es una herramienta visual que tiene un formato de gráfico. Además, su principal función es ayudar en los análisis de organización. La mayoría de las veces se lo emplea para encontrar la causa de un problema en su raíz. De esa forma, el diagrama tiene como objetivo ayudar al equipo a llegar a las causas reales de cuellos de botella que acometen a los procesos operativos y organizacionales de la empresa.

3.7. Fases Metodológicas

Las fases metodológicas de un proyecto de investigación son una serie de pasos a seguir los cuales explican en detalle cómo se desarrollará el proceso de investigación, en el caso de este trabajo de grado se cuentan con cuatro fases.

Fase I: Diagnóstico de las condiciones actuales de las redes del suministro de agua en el Municipio San Diego.

Para esta fase se identificarán cómo es la alimentación de los distintos sectores del Valle de San Diego, discriminando si provienen del Dique-toma del río San Diego, de los pozos, del Sistema Regional del Centro I, las zonas que están conectadas al Sistema Regional del Centro II y los puntos de empalme de las zonas donde no reciben abastecimiento de este sistema.

Para ello, se prevé reunirse con los funcionarios de la alcaldía de San Diego, específicamente del departamento de agua, y constatar los problemas que se presenten en cada una de estas urbanizaciones. En paralelo también se prevé reunirse con el personal de Hidrocentro, asignado al Municipio San Diego, y recopilar esta misma información con el fin de obtener una imagen global real de la situación actual, mediante la técnica de recolección de datos de entrevista estructurada y no estructurada.

Fase II: Análisis de las causas que generan el déficit del suministro de agua en el Municipio San Diego.

Se realizará un análisis correspondiente al suministro de agua para determinar los problemas que han llevado a la situación actual, donde no se cuenta con el vital líquido de manera continua en el municipio. Para ello se utilizará la técnica de recolección de datos la entrevista no

estructurada con el personal de la Dirección de Aguas de la Alcaldía de San Diego y la técnica de análisis de datos de los 5 porqués.

Fase III: Propuesta para un posible mejoramiento del suministro de agua del Municipio San Diego.

Para esta tercera fase, se requerirá el uso de los planos que tienen a su disposición tanto las oficinas de la alcaldía (departamento de agua) como las oficinas de Hidrocentro. Estos planos se analizarán para encontrar la ubicación ideal de los nodos de interconexión para maximizar la eficiencia de abastecimiento de agua en las distintas urbanizaciones.

Además, se requerirá efectuar una visita con el personal de Hidrocentro en tres etapas: la primera en el empalme del Sistema Regional del Centro II con la red del Valle de San Diego a la altura de la autopista Regional del Centro, la segunda hacer un recorrido a lo largo de toda la tubería en la Av. Don Julio Centeno, inspeccionando ventosas y llaves de paso, y por último, el recorrido de la tubería de aducción al Estanque Montemayor, para determinar el estado en que se encuentra y las mejoras que se deben efectuar en sus mecanismos y estructuras.

Fase IV: Evaluación de la factibilidad económica del proyecto.

Para esta fase, se requerirá analizar los planos para determinar profundidad de excavación, diámetro de los nodos, diseños actuales para efectuar los empalmes y así poder determinar las partidas.

3.8. Cuadro de Operacionalización de Variables

Tabla 2: Cuadro de Operacionalización de Variables.

Fuente: Bakhos. (2023)

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Identificar la distribución de agua en los diferentes sectores de Estudio en San Diego.	Abastecimiento de agua requerido	Dotación de agua	Suministro de agua	1	Entrevista estructurada
		Aducción de agua	Dique-toma	2	
			Pozos	3	
			Sistema Regional del Centro I	4	
	Condición actual	Almacenamiento de agua	Estanque	5	
		Distribución de agua	Planta de potabilización	6	

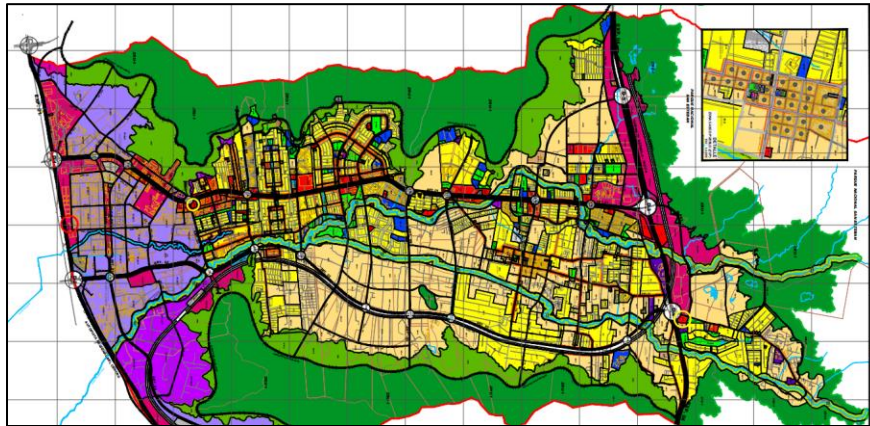
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Fase I: Diagnóstico de las condiciones actuales de las redes del suministro de agua en el Municipio San Diego.

Figura 2: Mapa del Municipio San Diego.

Fuente: Alcaldía de San Diego



Mediante la herramienta de recolección de datos la entrevista estructurada, que se encuentra en los apéndices, y la entrevista no estructurada se pudo obtener la información sobre cómo es actualmente el suministro de agua en el Municipio de San Diego.

El Municipio San Diego se abastece de agua, mediante las siguientes fuentes:

- Aguas procedentes del Dique Toma sobre el río San Diego, construido en el año de 1960 por Acueductos Rurales dependiente del Instituto de Malariología, adscrito al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Ubicado en la Cota 585 msnm, con capacidad de captación de 85 lps, suficientes para cubrir las necesidades de una población de 58.700 habitantes, con una dotación de 125 lts/hab/día. Con un desarenador ubicado en la margen derecha del citado río y una línea de aducción de 12" ó 300 mm, mediante la cual se conducía las aguas hasta un estanque metálico elevado ubicado en la calle Rondón al Norte del actual cementerio Municipal de San Diego. De aquí, luego de cubrir las necesidades de la población del pueblo de San Diego, se conducía hasta un estanque de concreto ubicado en el sector los Magallanes, de donde se abastecía a las comunidades de los asentamientos campesinos de Los Jarales, los Arales, Campo Solo y Santa Ana. Hoy en día, el citado Dique Toma, abastece exclusivamente las comunidades y urbanismos ubicados al Norte de la Variante, Sabana del Medio, Las Josefinas y un pequeño sector de extremo Norte del poblado de San Diego.

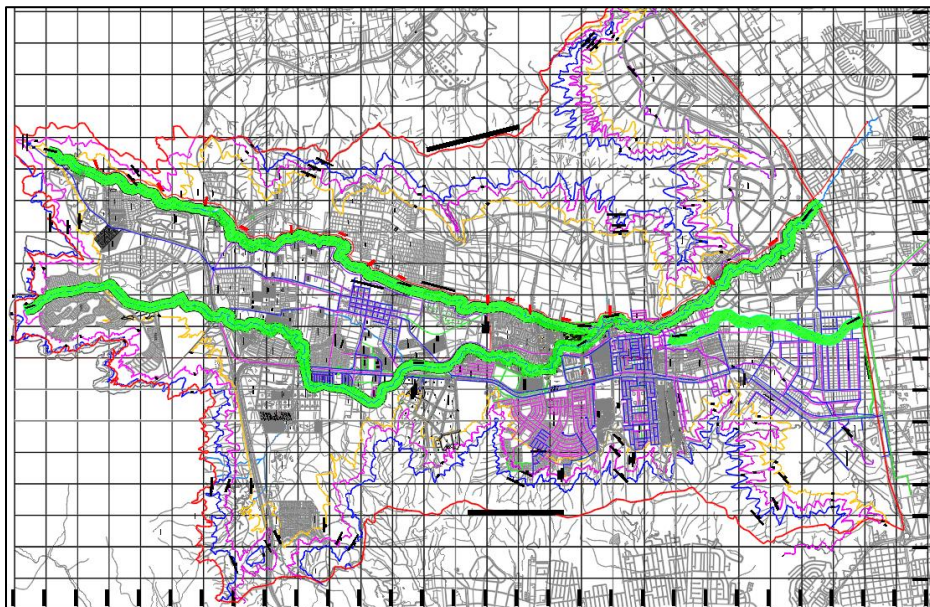
- Del Sistema Regional del Centro I, partiendo desde el distribuidor de tránsito de la Firestone, con una línea de aducción de longitud 2.3 km, de tubería de acero, diámetro 24" ó 600 mm, hasta el estanque de Castillito, ubicado sobre la cota 473 msnm, con capacidad de almacenamiento de 20.000 m³, altura 10 m, diámetro 50.46 m, cota rebose 483 msnm.

Es muy importante resaltar, que el Municipio San Diego, dada la situación de creciente contaminación de las aguas del embalse de Cachinche, a consecuencia del trasvase de 6.000 lps de aguas contaminadas del Lago de Valencia sin ningún tipo de tratamiento, en el año 2010, la Alcaldía del Municipio San Diego solicitó a la Presidencia de Hidrocentro la sustitución de abastecimiento con aguas procedentes del embalse de Cachinche, para ser incorporado con un caudal de 500 lps del Sistema regional del Centro II con aguas procedentes del embalse Pao La Balsa y potabilizadas en la Planta de Tratamiento Soulés Baldo, ubicada en las adyacencias de la Población de Maruria, en el Municipio Carlos Arvélo y depositadas en el Estanque de Castillito, a fin de ser bombeadas por la Estación de Bombeo, al pie del estanque.

Cumplida a medias tal solicitud, con la incorporación de 250 lps; el único sector del Municipio San Diego, que quedó abastecido con aguas del Sistema Regional del Centro I, fue la zona Industrial de Castillito y la zona alto Comercio de Metrópolis, correspondiente a la Red Baja del Acueducto de San Diego.

Figura 3: Mapa de San Diego con Red Superior (azul), Alta (rosada), Media (amarilla) y Baja (morada).

Fuente: Alcaldía de San Diego



El Resto del municipio quedó abastecido con sus fuentes subterráneas explotadas, por urbanismos privados y otros por medio de pozos, perforados y administrados por Hidrocentro, complementados con el caudal de 250 lps aportado desde el Sistema Regional del Centro II.

En la actualidad los pozos que se encuentran activos en el municipio San Diego operados y administrados por Hidrocentro son los siguientes:

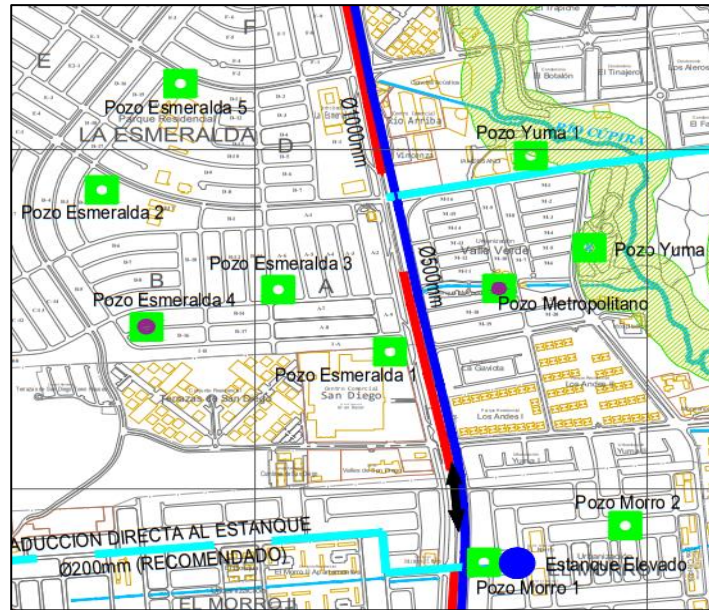
Tabla 3: Pozos activos en San Diego.

Fuente: Bakhos (2023).

Nombre del Pozo	Ubicación	Caudal (lps)
Esmeralda IV	Urb. La Esmeralda, Av. 79 c/c Calle 153.	4.00
Pozo Metropolitano	Urb. Valle Verde, dentro de las instalaciones del Parque Metropolitano.	6.00
Tulipán II	Entrada El Tulipán, calle de servicio, al lado de las canchas de Tenis.	3.00
Tulipán IV	Terreno área comercial El Tulipán, frente al bloque 10.	3.00
Pozo Nuevo	Final Av. Don Julio Centeno, entre Montaserino, El Remanso, Tulipán y El Seminario.	7.00

Figura 4: Ubicación de los pozos 1.

Fuente: Bakhos (2023).



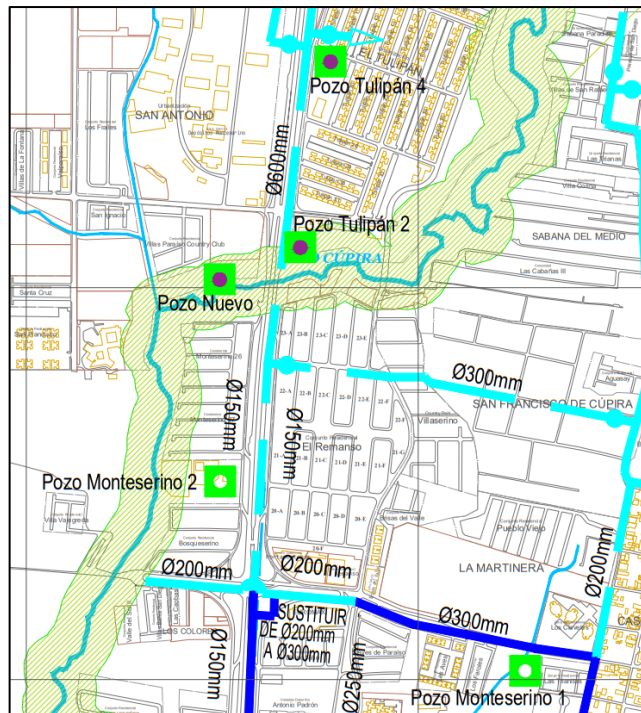
Pozos Activos



Pozos Inactivos

Figura 5: Ubicación de los pozos 2.

Fuente: Bakhos (2023).



Pozos Activos



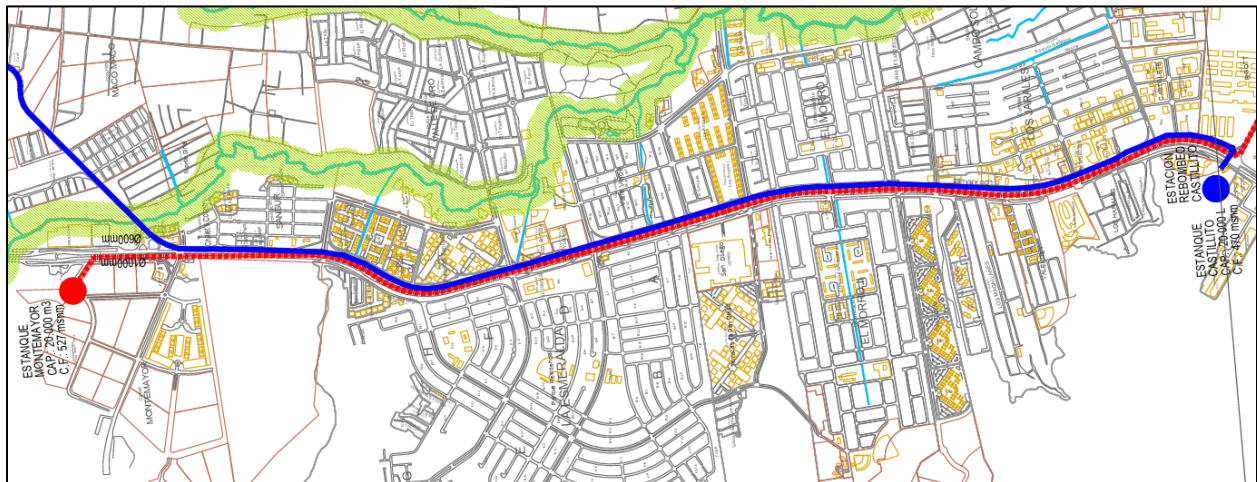
Pozos Inactivos

- Es importante señalar que el Municipio San Diego, tiene construido el Alimentador del Sistema Regional del Centro II, cuyo trazado comienza en el punto de interconexión de los Sistemas Regionales 1 y 2, en las adyacencias de la Avenida 97 entre las calles 66 y 67 del extremo Sur de la Zona Industrial de Castillito, hasta la empresa Bigott, ahí se conecta con el estanque de Castillito, el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 20.000 m³ y sirve de carga positiva a la estación de bombeo, para alimentar el alimentador Norte. Pero el alimentador del Sistema Regional del Centro de diámetro 36” ó 900 mm se mantiene por la isla de la Avenida Don Julio Centeno hasta el C.C. Hiperlider, donde cruza la Trocha Norte Sur, tomando rumbo Noroeste, hasta empalmarse el estanque Montemayor, cuya cota de fondo es de 525 msnm, altura 10 m, diámetro 50.46 m, capacidad de 20.000 m³.

El alimentador del Sistema Regional del Centro II, desde la Bigott hasta el Estanque Montemayor, ambas estructuras no han estado en servicio, en virtud de la falta de interconexión de dicho alimentador, con las redes de distribución de los acueductos de las distintas urbanizaciones del Municipio.

Figura 6: Mapa del recorrido del SRC1 (azul) y SRC2 (roja punteada) en San Diego.

Fuente: Bakhos (2023).



4.2. Fase II: Análisis de las causas que generan el déficit del suministro de agua en el Municipio San Diego

Para llevar a cabo esta fase se utilizó la técnica de análisis de datos de los 5 porqués en busca de llegar a la raíz del problema de una manera eficiente utilizando información obtenida de charlas y entrevistas no estructuradas con personal de la Alcaldía de San Diego.

Tabla 4: 5 Porqués.

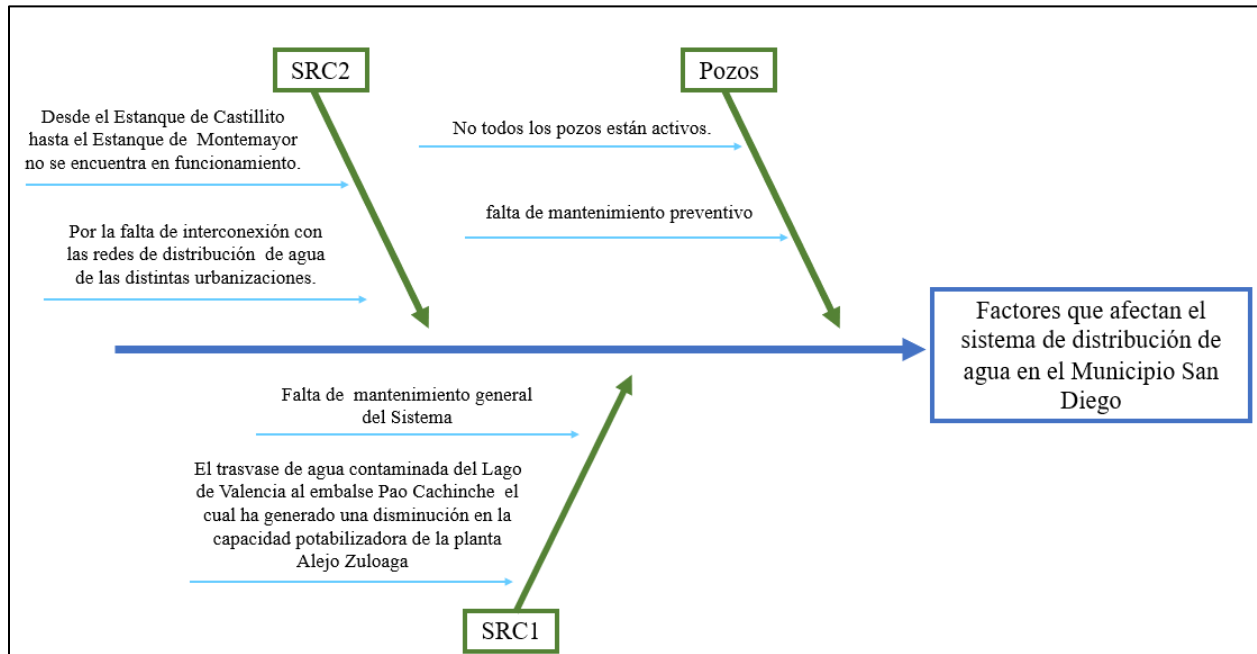
Fuente: Bakhos (2023).

5 porqués	
¿Por qué se debe mejorar el suministro de agua potable en el Municipio San Diego?	Porque existe un déficit en el suministro
¿Por qué hay un déficit en el suministro?	Porque no se dispone del caudal requerido para abastecer al Municipio a través de las distintas redes de distribución de agua existentes.
¿Por qué no se dispone del caudal requerido?	Porque los distintos sistemas de distribución de agua no están operando en su plena capacidad.
¿Por qué no están operando en su plena capacidad?	Existen diversas razones: porque no todos los pozos están activos, por la falta de mantenimiento general del Sistema Regional del Centro I y por no estar en funcionamiento el Sistema Regional del Centro II desde el Estanque de Castillito hasta el Estanque de Montemayor.
¿Por qué se presentan estas situaciones?	Con respecto a los pozos por la falta de mantenimiento preventivo, en el Sistema Regional del Centro I por el trasvase de agua contaminada del Lago de Valencia al embalse Pao Cachinche el cual ha generado una disminución en la capacidad potabilizadora de la planta Alejo Zuloaga y el Sistema Regional del Centro II por la falta de interconexión con las redes de distribución de agua de las distintas urbanizaciones.

Para observar y entender de una manera más fácil la raíz del problema del sistema de distribución de agua en el Municipio San Diego se realizó el Diagrama de Ishikawa.

Figura 7: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Bakhos (2023)



4.3. Fase III: Propuesta para un posible mejoramiento del suministro de agua en el Municipio San Diego.

Cuando fue diseñado el Sistema Regional del Centro II se asignaron 900 lps para el Municipio San Diego, sin embargo, a pesar de haberse construido el tramo que va desde el Estanque de Castillito hasta el Estanque de Montemayor nunca entró en funcionamiento. A raíz de la aguda crisis hídrica del Municipio, en 2010 la alcaldía solicitó a Hidrocentro que le otorgaran 500 lps para ser distribuidos a través del Estanque de Castillito del Sistema Regional del Centro I, no obstante, Hidrocentro solo le otorgó 250 lps. Dado que dicho estanque se encuentra en una cota inferior, se requiere del sistema de bombeo para suministrar el agua a San Diego, este objetivo no se logra a cabalidad debido a los constantes y continuos cortes de luz que generan una caída de presión, la cual para recuperarla en algunos casos se requieren de aproximadamente unas 16 horas, por tal razón el planteamiento de este trabajo consiste en activar el Estanque de Montemayor, el cual por encontrarse en una cota más elevada, puede suministrar por gravedad el servicio de agua al Municipio San Diego, y activar la aducción del Sistema Regional del Centro II e interconectarse a través de nodos con el Sistema Regional del Centro I y así lograr abastecer de agua distintas urbanizaciones del Municipio San Diego.

El Sistema Regional del Centro II ha visto disminuida su capacidad de suministro a lo largo de los años, debido a múltiples roturas que han generado grandes fugas del vital líquido. Sin embargo, es importante señalar que Hidrocentro, bajo la dirección de Leonel Ruiz, ha iniciado la localización y reparación de dichas fugas, mejorando la capacidad de suministro de agua del Sistema Regional del Centro II.

Una vez activado el sistema de aducción se procede al llenado del estanque y a continuación se efectúa la apertura de las llaves de paso de los distintos nodos para dejar operacionalmente funcionando el sistema hídrico de las urbanizaciones del Valle de San Diego por gravedad.

Los nodos se colocaron muy próximos a los puntos principales de interconexión del Sistema Regional del Centro I con las urbanizaciones del Municipio, de forma que se distribuya eficientemente el caudal.

Para determinar el diámetro de los nodos se procedió a calcular el caudal requerido por los distintos sectores. Las unidades habitacionales por urbanización fueron obtenidas por la Alcaldía de San Diego.

Tabla 5: Und. Habitacionales en el Nodo 1.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 1	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Comunidad columba rivas	110
Comunidad Colinas de los harales	64
1/2 Urbanizacion Complejo Los Jarales	520
Sector Los Harales	112
	806

Tabla 6: Und. Habitacionales en el Nodo 2.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 2	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Sectos Los Arales	62
Comunidad Los Magallanes	244
1/3 Urbanizacion Complejo Los Jarales	520
Ciudadela Valencey Apartamentos	192
Ciudadela Valencey	152
	1170

Tabla 7: Und. Habitacionales en el Nodo 3.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 3	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Condominio Villas de Laguna	110
Conjunto Residencial Laguna Club	146
Urb. Valle Topacio	532
Urb. Paso Real	1621
	2409

Tabla 8: Und. Habitacionales en el Nodo 4.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 4	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Conjunto Residencial Los Citricos	96
Urb. El Morro II Apartamentos	321
1/2 Urb. El Morro I (Este)	321
1/2 Urb. El Morro II (Oeste)	623.5
	1361.5

Tabla 9: Und. Habitacionales en el Nodo 5.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 5	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Conjunto Residencial Las Semillas	96
Conjunto Residencial El Bosque	96
1/2 Urb. El Morro I (Este)	321
1/2 Urb. El Morro II (Oeste)	623.5
Urb. Yuma I	185
Urb. Yuma II	122
1/2 Urb. Terrazas de San Diego Town House	969
Conjunto Residencial Cumbres de San Diego	80
	2492.5

Tabla 10: Und. Habitacionales en el Nodo 6.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 6	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Conjunto Residencial Parque San Nicolas	212
Parque Residencial Los Andes	1056
Urb. La Gaviota	158
Urb. Valle Verde	513
1/2 Urb. Terrazas de San Diego Town House	969
Urb. Terrazas de San Diego Apartamentos	85
	2993

Tabla 11: Und. Habitacionales en el Nodo 7.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 7	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Urb. Parque Residencial La Esmeralda	3859
	3859

Tabla 12: Und. Habitacionales en el Nodo 8.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 8	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Poblado de San Diego Campo Residencial	958
Conjunto Residencial Los Anaucos	160
Conjunto Residencial Yuma 26	176
Conjunto Residencial Orion	329
Urb. Altos de La Esmeralda	231
Urb. Lomas de La Esmeralda	410
Urb. Valle de Oro	1382
	3646

Tabla 13: Und. Habitacionales en el Nodo 9.

Fuente: Bakhos (2023).

NODO 9	
Urbanizaciones	und. Habitacionales
Conjunto Residencial Andrea Suite	16
Conjunto Residencial San Diego Plaza	19
Urb. Sansur Apartamento	79
Urb. Sansur	248
Urb. Chalet's Country Apartamento	174
Urb. Chalet's Country	65
Conjunto Residencial Aseprovica	193
Conjunto Residencial Pozo Esmeralda	93
Conjunto Residencial Colina de San Diego II Apartamentos	433
Conjunto Residencial El Parque	166
	1486

Para estos cálculos se consideró la aplicación de índices utilizados frecuentemente por los proyectistas sanitarios, para estimar el consumo residencial en viviendas unifamiliares; por ejemplo, de 250 lts/hab/día.

De acuerdo a información suministrada por la alcaldía de San Diego, se consideró en promedio la cantidad de 5 habitantes por cada unidad habitacional.

Tabla 14: Cálculo de la dotación habitacional en cada nodo.

Fuente: Bakhos (2023).

Dotación Habitacional					
Nodo	Und. Habitacionales	N. de habitantes (und. hab x 5 hab)	Dotación Diaria (N. hab x 250lts/hab/día)	Dotación por Hora (Dot. Diaria/24h)	Dotación por Segundo (Dot. por Hora/3600s)
1	806	4030	1007500	41979.17	11.66
2	1170	5850	1462500	60937.50	16.93
3	2409	12045	3011250	125468.75	34.85
4	1361.5	6807.5	1701875	70911.46	19.70
5	2492.5	12462.5	3115625	129817.71	36.06
6	2993	14965	3741250	155885.42	43.30
7	3859	19295	4823750	200989.58	55.83
8	3646	18230	4557500	189895.83	52.75
9	1486	7430	1857500	77395.83	21.50
				TOTAL	292.58

Como se puede ver en el cuadro a continuación se estima un incremento del 20% para poblaciones futuras y de un 15% para las dotaciones de comercios, centros educativos y centros asistenciales.

Tabla 15: Cálculo de la dotación total.

Fuente: Bakhos (2023).

Nodo	Dotación habitacional lts/seg	Dotación habitacional a futuro (20%)	Dotación Total lts/seg. (Incluye comercios, centros asistenciales y centros educativos) (15%)
1	11.66	13.99	16.09
2	16.93	20.31	23.36
3	34.85	41.82	48.10
4	19.70	23.64	27.18
5	36.06	43.27	49.76
6	43.30	51.96	59.76
7	55.83	67.00	77.05
8	52.75	63.30	72.79
9	21.50	25.80	29.67
		TOTAL	403.76

Se obtuvo el diámetro de los nodos de acuerdo a la tabla 25 de la página 213 del libro “Abastecimiento de agua y alcantarillados” (1976) del Dr. en ingeniería civil Gustavo Rivas Mijares.

Tabla 16: Velocidades y gastos máximos recomendados.

Fuente: Rivas. M – Abastecimiento de agua y alcantarillados (1976).

TABLA 25
Velocidades y gastos máximos recomendados

Ø en mm. y en pulgadas	V máx. en mts./seg.	Q máx. lts./seg.
80 3"	0,75	3,77
100 4	0,75	5,89
125 5	0,80	9,82
150 6	0,80	14,14
175 7	0,90	21,65
200 8	0,90	28,27
250 10	1,00	49,09
300 12	1,10	77,75
350 14	1,20	115,45
400 16	1,25	157,10
450 18	1,30	206,76
500 20	1,40	274,90
550 22	1,50	356,37
600 24	1,60	452,39
650 26	1,70	564,11
700 28	1,70	654,24
750 30	1,80	795,22
800 32	1,80	904,78

Tabla 17: Diámetro para cada nodo.

Fuente: Bakhos (2023).

Nodo	Caudal requerido (lts/seg)	Caudal max	Diámetro "
1	16.09	28.27	8
2	23.36	28.27	8
3	48.10	49.09	10
4	27.18	28.27	8
5	49.76	77.75	12
6	59.76	77.75	12
7	77.05	77.75	12
8	72.79	77.75	12
9	29.67	49.09	10

Se cuentan con 3 tipos de nodos:

Figura 8: Nodo tipo A.

Fuente: Bakhos (2023).

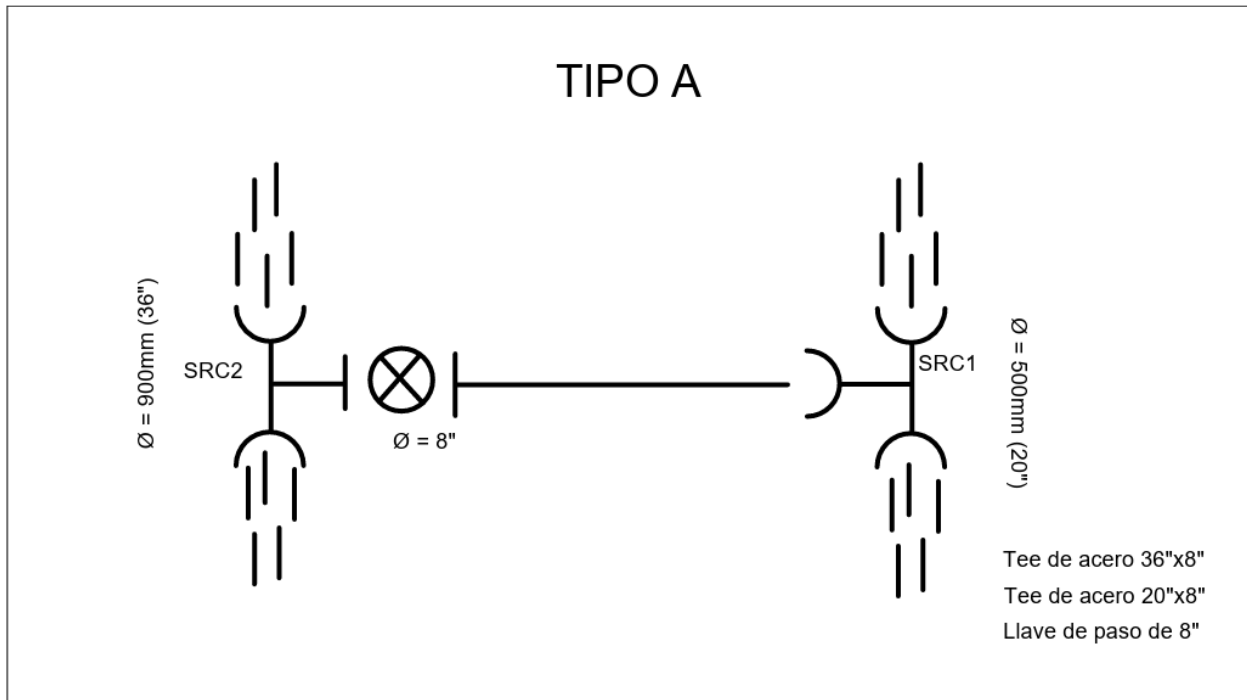


Figura 9: Nodo tipo B.

Fuente: Bakhos (2023).

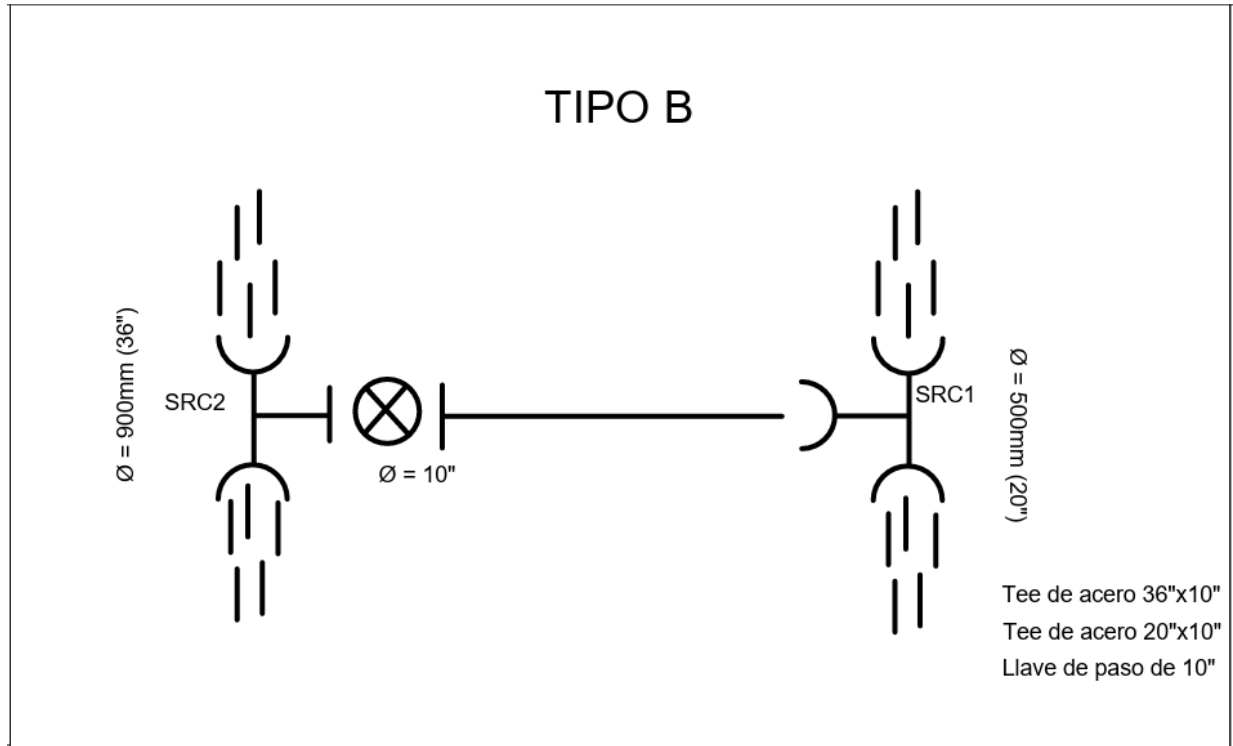


Figura 10: Nodo tipo C.

Fuente: Bakhos (2023).

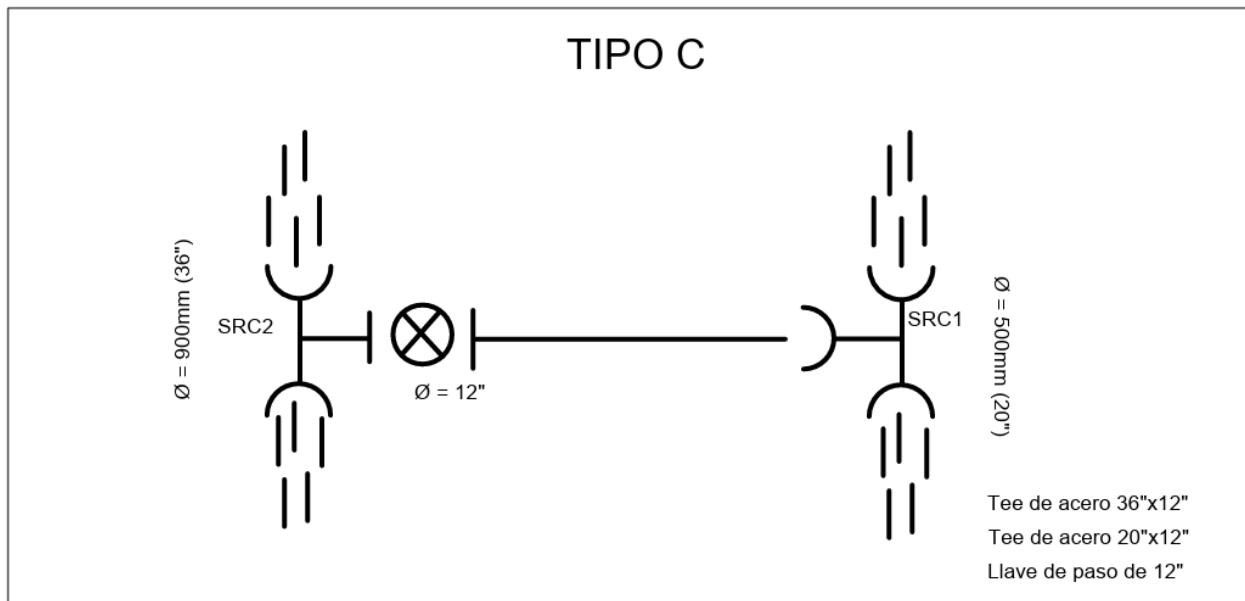


Figura 12: Nodo 1.

Fuente: Bakhos (2023).

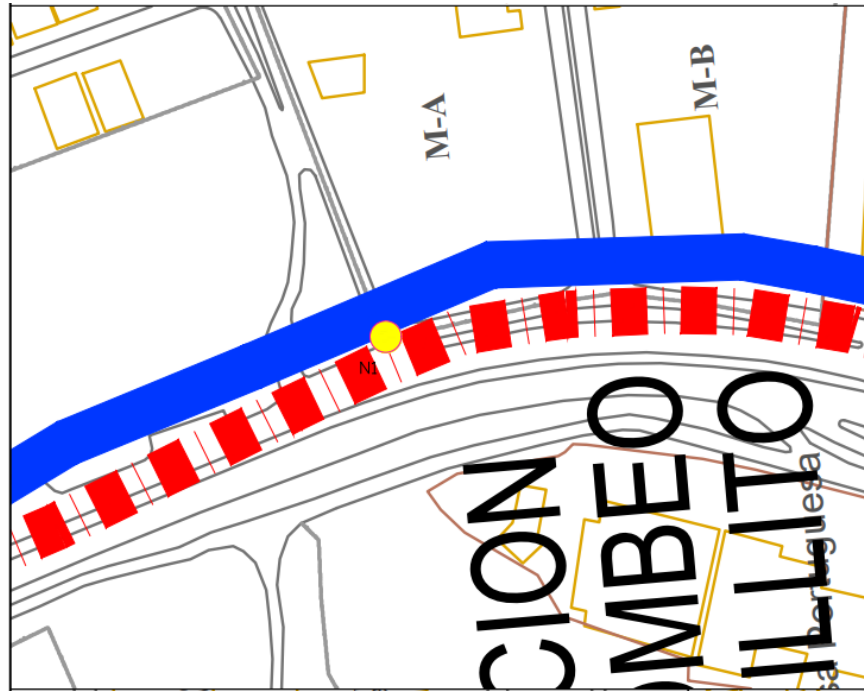


Figura 13: Nodo 2.

Fuente: Bakhos (2023).

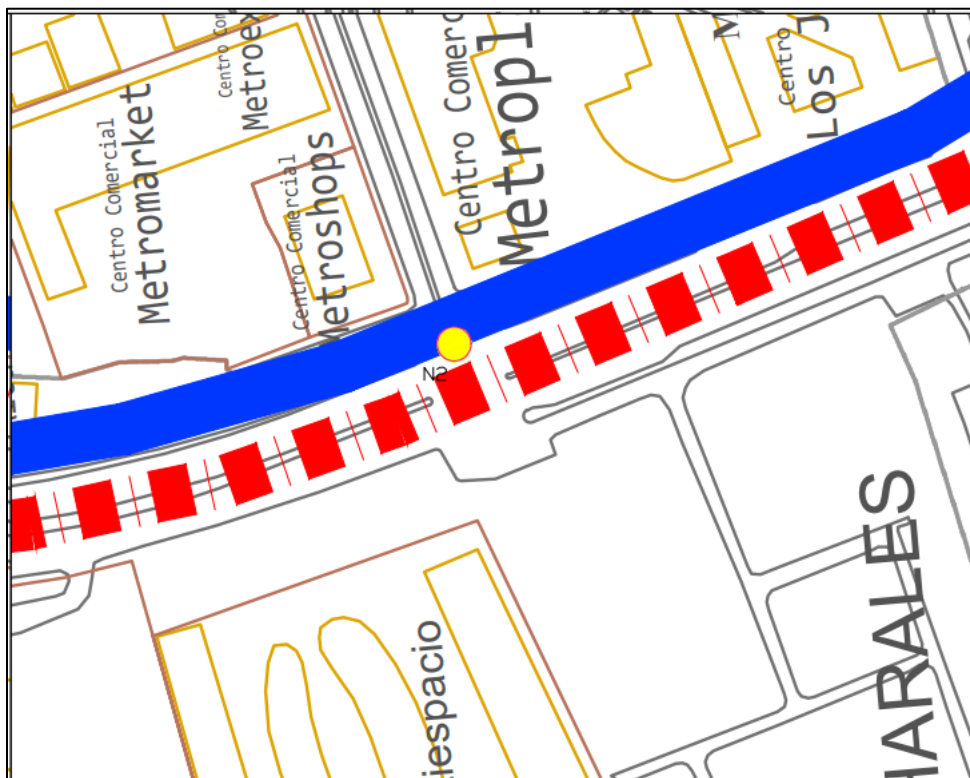


Figura 14: Nodo 3.

Fuente: Bakhos (2023).

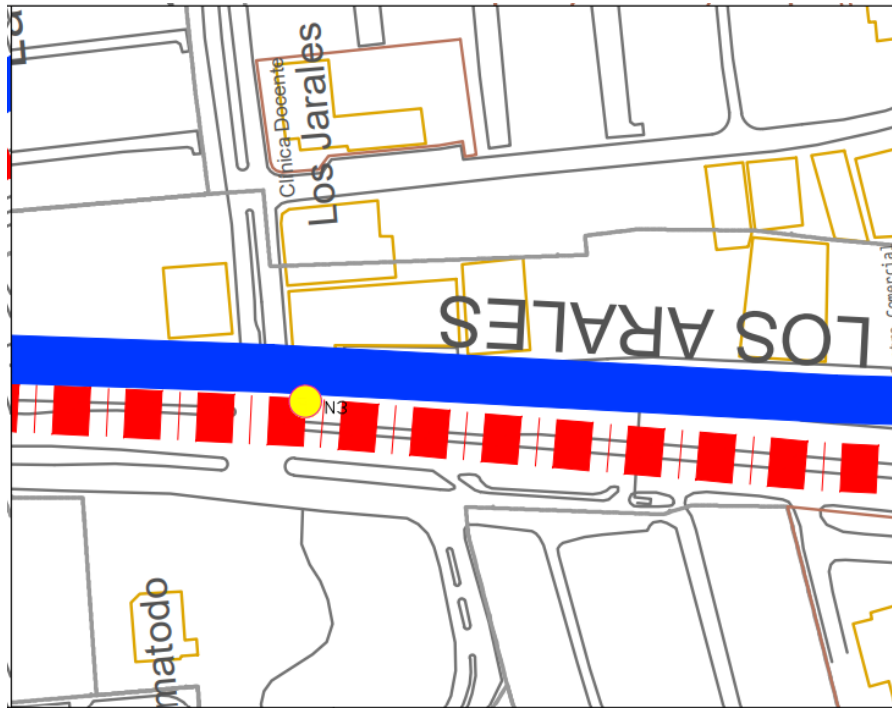


Figura 15: Nodo 4.

Fuente: Bakhos (2023).

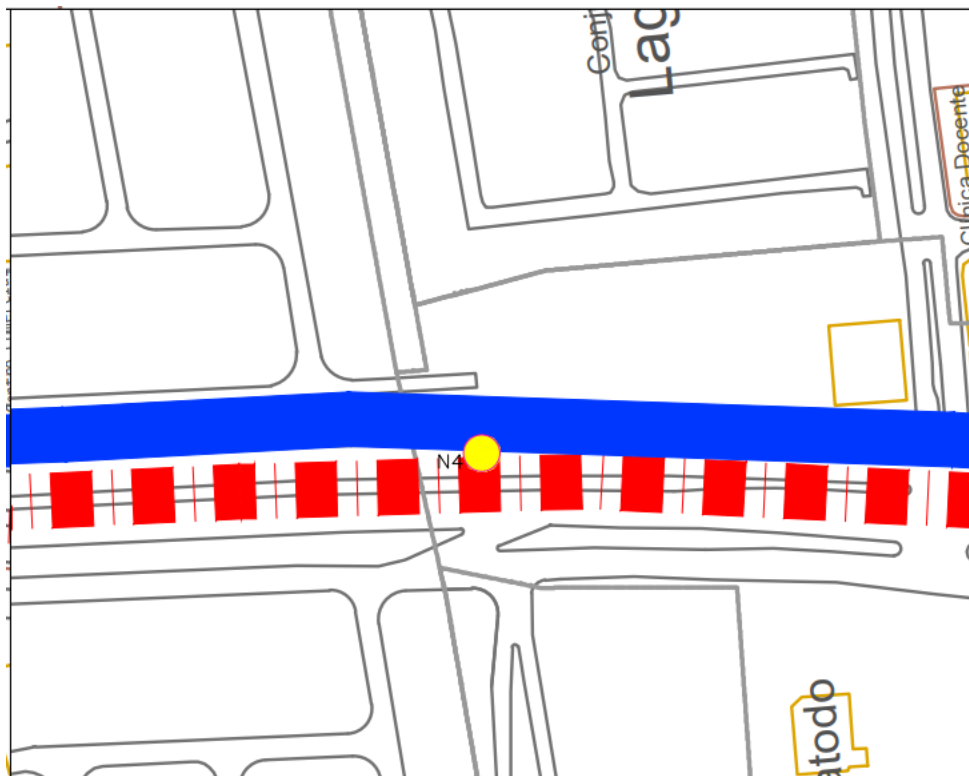


Figura 16: Nodo 5.

Fuente: Bakhos (2023).

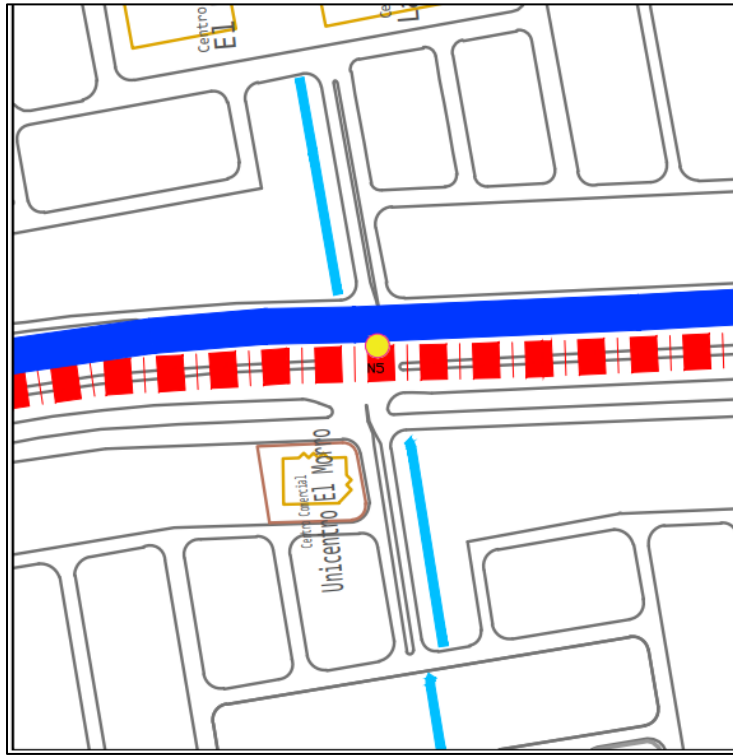


Figura 17: Nodo 6.

Fuente: Bakhos (2023).

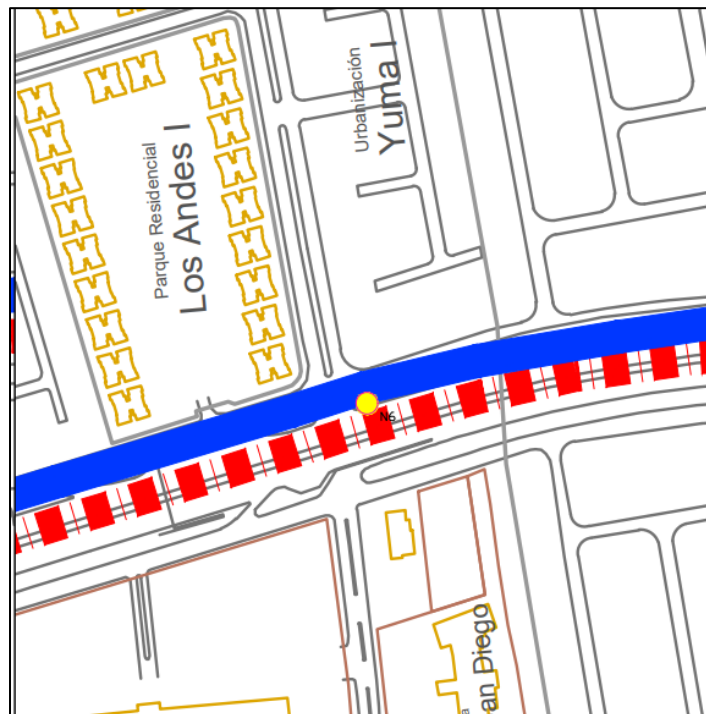


Figura 18: Nodo 7.

Fuente: Bakhos (2023).

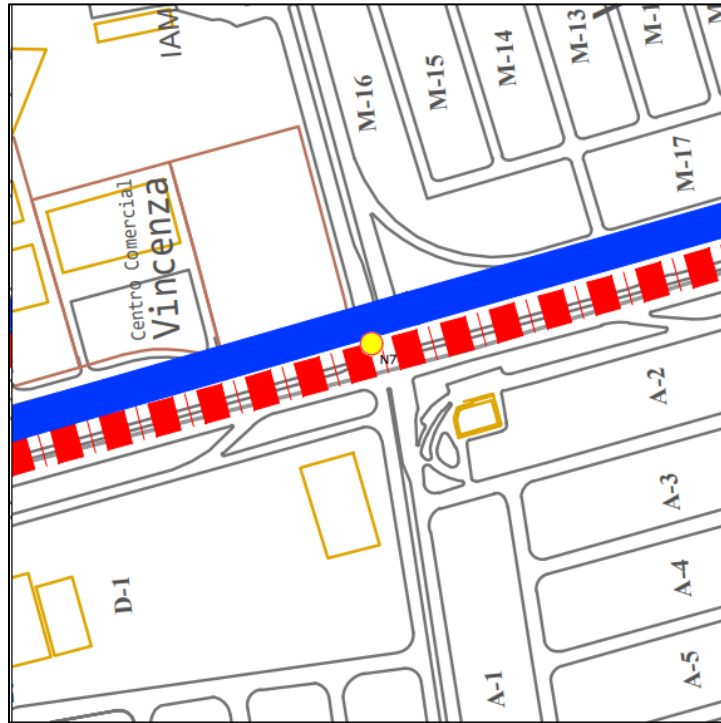


Figura 19: Nodo 8.

Fuente: Bakhos (2023).

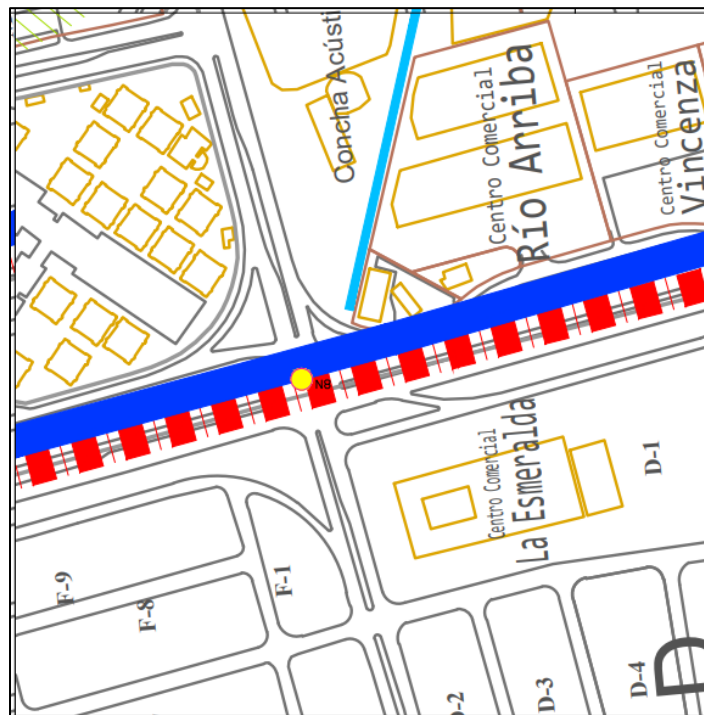


Figura 20: Nodo 9.

Fuente: Bakhos (2023).

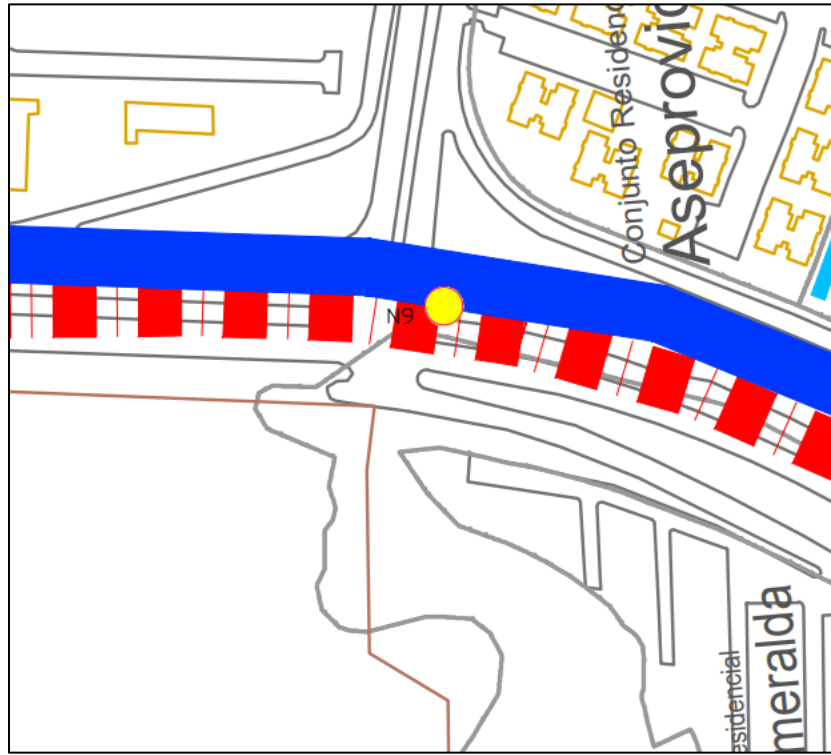


Tabla 19: Ubicación de los nodos.

Fuente: Bakhos (2023).

Ubicación de los Nodos			
Nodo	Coordenadas	Referencias	Caudal (lts/seg)
1	(10.2050131, -67.9628762)	Al lado del Autolavado Car Clean San Diego, diagonal a la Casa Portuguesa de San Diego.	16.09201389
2	(10.2085180, -67.9639129)	Frente al Instituto Universitario Tecnológico de Seguridad Industrial, diagonal al C.C. MetroShop.	23.359375

3	(10.2141139, -67.9639374)	Frente a la Estación Policial Los Jarales, Diagonal a la Panadería Los Jarales.	48.09635417
4	(10.2156529, -67.9637317)	Frente a Spacio Terra Nova, cerca de Cauchera La Flor Del Morro.	27.18272569
5	(10.2184944, -67.9635832)	Diagonal a la Farmacia Saas El Morro, cerca del Policlínico El Morro II.	49.76345486
6	(10.2217577, -67.9637338)	Diagonal al Conjunto Residencial Los Andes 1, frente al McDonald's.	59.75607639
7	(10.2285552, -67.9652028)	Al lado de Body Fit Training Center, cerca del Parque Residencial La Esmeralda.	77.04600694
8	(10.2319297, -67.9658111)	Diagonal a la Estación de Servicio El Valle, cerca del Parque Residencial La Esmeralda.	72.79340278
9	(10.2393405, -67.9643521)	Diagonal a U.E. Olga Bayone de Rodríguez, antes de la subida a la calle Arterial 5.	29.66840278

Se realizó la visita junto al personal de Hidrocentro en el empalme del Sistema Regional del Centro II con la red del Valle de San Diego a la altura de la autopista Regional del Centro verificando su buen estado.

Figura 21: Empalme del SRC2 con la red del Valle de San Diego, imagen 1.

Fuente: Bakhos (2023).



Figura 22: Empalme del SRC2 con la red del Valle de San Diego, imagen 2.

Fuente: Bakhos (2023).



También se realizó el recorrido a lo largo de toda la tubería en la Av. Don Julio Centeno, inspeccionando ventosas y llaves de paso, observándose que la mayoría se encontraba en buen estado.

Figura 23: Ventosa y llave de paso, imagen 1.

Fuente: Bakhos (2023).



Figura 24: Ventosa y llave de paso, imagen 2.

Fuente: Bakhos (2023).



Figura 25: Ventosa y llave de paso, imagen 3.

Fuente: Bakhos (2023).



Figura 26: Ventosa y llave de paso, imagen 4.

Fuente: Bakhos (2023).



Por último, se realizó el recorrido de la tubería de aducción al Estanque de Montemayor, sin embargo, por razones de seguridad tanto las autoridades municipales como las de Hidrocentro recomendaron que no se hiciera una inspección interna, pero se puede deducir que al nunca haber estado en funcionamiento desde su construcción, antes de ponerlo en servicio requiere ser inspeccionado de forma exhaustiva por profesionales, con el equipo y medidas de seguridad necesarias a fin de determinar si presenta fisuras que necesiten ser corregidas antes de su llenado y proceder a su desinfección total.

4.4. Fase IV: Evaluación de la factibilidad económica del proyecto.

Se procedió a determinar las cantidades aproximadas de las distintas partidas necesarias para la realización del proyecto. Para la estimación de costos del proyecto se consultaron los precios actuales del mercado obteniéndose un promedio de \$26.180 aproximadamente, tomando en cuenta que los precios estimados pueden variar con el tiempo.

Tabla 20: Cómputos Métricos.

Fuente: Bakhos (2023).

COMPUTOS METRICOS											
Nº PARTIDA	CODIGO	DESCRIPCION	UNID.	LARG.	ANCHO	ALTO	AREA	CANT.	TOTAL	COSTO UNT. (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	C-100200101	EXCAVACION PARA BANQUEOS EN CUALQUIER TIPO DE MATERIAL, CON EMPLEO DE TRACTORES Y EQUIPO CARGADOR, CARGA, TRANSPORTE HASTA 200 mt DE DISTANCIA Y DESCARGA. Zanjas	M3	25	1.5	3		9	1012.5	20	20250
2	E311110300	EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIEN TO DE FUNDACIONES, ZANJAS, U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 1.50 Y 3.00 M Fondo de zanja	M3	25	0.1	1.5		9	33.75	50	1687.5
3	ES/C	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACION	UNID.	LARG.	ANCHO	ALTO	AREA	CANT.	TOTAL	40	40500
4	ES/C	BOTE DE MATERIAL DE DESECHO SIN ARREGLO HASTA 50 km DE DISTANCIA INCLUYE CARGA Vol. de tuberías Nodo A Vol. de tuberías Nodo B Vol. de tuberías Nodo C	M3	25			0.032	3	2.40	60	144
5	C-030500201	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE ASFALTO, CON EQUIPO LIVIANO (COMPRESOR), BOTE Y TRANSPORTE HASTA 200 mt. DE DISTANCIA	M3	25			0.051	2	2.55	60	153
6	C-1204 S/C	Asfalto SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MATERIAL ASFALTICO, PARA PAVIMENTO DE ASFALTO EN FRIO	M3	25	1.5	0.25		9	84.38	300	25312.5
7	E616 S/C 01	Asfalto SUMINISTRO TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE ACERO AL CARBONO A.S.T.M. A-53 GR B SOLDADAS D=8".	M	25				3	75.00	300	22500
8	E616 S/C 02	SUMINISTRO TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE ACERO AL CARBONO A.S.T.M. A-53 GR B SOLDADAS D=10".	UNID.	LARG.	ANCHO	ALTO	AREA	CANT.	TOTAL	300	15000
9	E616 S/C 03	SUMINISTRO TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA DE ACERO AL CARBONO A.S.T.M. A-53 GR B SOLDADAS D=12".	UNID.	LARG.	ANCHO	ALTO	AREA	CANT.	TOTAL	300	30000
10	U801316020	CONCRETO F'c 200 kg/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES DE TUBERIA.	UNID.	LARG.	ANCHO	ALTO	AREA	CANT.	TOTAL	150	2700
11	ES/C	PRUEBA Y DESINFECCION DE TUBERIAS	SG						1.00	1000	1000
										TOTAL	235622.5
										C/NODO	26180.28

CONCLUSIONES

Para concluir, tras examinar los resultados obtenidos en este estudio, se establece que en la realización de la primera fase se logró realizar el diagnóstico de las condiciones actuales de las redes del suministro de agua en el Municipio San Diego, donde se determinó que dicho municipio se alimenta a través del Dique Toma sobre el río San Diego, de algunos pozos, del Sistema Regional del Centro I y del Sistema Regional del Centro II, la presente información se obtuvo a través de la entrevista.

Por otra parte, en la segunda fase se obtuvo el análisis a los problemas de distribución de agua en el Municipio San Diego mediante las herramientas de análisis de datos los 5 porqués y el diagrama de Ishikawa, donde se llegaron a tres conclusiones: no todos los pozos suministran actualmente agua debido a que algunos no se encuentran activos ya que no se les lleva a cabo el mantenimiento preventivo necesario; al SRC1 le hace falta un mantenimiento general, ya que el trasvase de agua contaminada del Lago de Valencia al embalse Pao Cachinche ha generado una disminución en la capacidad potabilizadora de la planta Alejo Zuloaga; y por último el SRC2 no se encuentra en funcionamiento desde el Estanque de Castillito hasta el Estanque de Montemayor por la falta de interconexión con las redes de distribución de agua de las distintas urbanizaciones.

En cuanto a la fase tres, se concluyó como propuesta para mejorar el suministro de agua en el Municipio San Diego la interconexión del SRC1 con el SRC2 mediante nodos para abastecer de agua las distintas urbanizaciones, para lograr llevar a cabo este estudio se realizó el cálculo del caudal requerido por los distintos sectores y así decidir la localización de los nodos y el diámetro de estos.

Por último, en la cuarta fase se realizó una evaluación de la factibilidad económica del proyecto mediante el desarrollo de los cálculos métricos para llevar a cabo la propuesta presentada.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados y las conclusiones obtenidas se presentan las siguientes recomendaciones:

- Efectuar una inspección de las condiciones del Estanque de Montemayor y los equipos requeridos para su puesta en funcionamiento.
- Revisar y realizar pruebas de las llaves de paso y ventosas que se encuentran a lo largo del trayecto del Sistema Regional del Centro II entre el Estanque Castillito y el Estanque Montemayor para constatar su buen estado de funcionamiento.
- Se recomienda hacer una revisión de toda la red interna de las distintas urbanizaciones para detectar fugas y proceder a corregirlas para una mayor eficiencia en la distribución del agua.
- Crear una campaña de concientización en la población para resolver cualquier fuga en las instalaciones sanitarias de las viviendas.
- Se recomienda modificar los porcentajes de comercios a la hora de realizar el proyecto.

REFERENCIAS

- Alfonzo, I. (1994). **Técnicas de investigación bibliográfica**. Caracas: Contexto Ediciones.
- Arias, F. (2016). **El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica**. Editorial Episteme.
- Blanco, Eduardo et. al (1994). **Sistemas de bombeo**. Universidad de Oviedo.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** - Publicada en Gaceta Oficial del martes 2 de enero de 2007, No 38.595.
- Fernández Cirelli, A. (2012). **El agua: un recurso esencial**. Editorial Química Viva.
- Fernández Cirelli, A. (2018). **El agua en Latinoamérica**. Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales. Disponible en: [El agua en Latinoamérica. \(unsam.edu.ar\)](http://www.unsam.edu.ar)
- García, Martha (2001). **El agua**. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2008). **Metodología de la Investigación**. Editorial McGRAW-HILL.
- Palella y Martins (2006). **Metodología de la investigación cualitativa**. Segunda edición. Editorial FEDUPEL.
- Rivas. M (1976). **Abastecimiento de agua y alcantarillados**. Ediciones Vega. Caracas.
- Sabino, Carlos (2002). **El Proceso de Investigación**. Editorial Panamericana. Caracas.
- Sampieri, R et. al (2003). **Metodología de la investigación**. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F.
- Tamayo y Tamayo (2007). **El Proceso de la Investigación Científica**. Cuarta edición. Editorial Limusa.
- Thompson, A.y Strikland, K.F.C. (1998). **Dirección y administración estratégicas. Conceptos, casos y lecturas**. México: MacGraw-Hill Interamericana.
- Tzatchkov, Velitchko (2014). **Avances en la hidráulica de redes de distribución de agua potable**. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (1998). **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. Caracas.
- Universidad Simón Rodríguez (1980). **Alcances generales sobre técnicas andragógicas de aprendizaje**. Caracas.

APÉNDICES

APÉNDICE A

ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO	
Autora: Bakhos, M.	
Entrevistado: Ing. Luis F. Arocha	
Guía de Entrevista	
1	¿Cómo es el suministro de agua de los distintos sectores del Valle de San Diego?
Hoy en día los suministros de agua en el Municipio San Diego se basan en el Dique-Toma del río de San Diego, el Sistema Regional del Centro I y 5 pozos de Hidrocentro que se encuentran en funcionamiento.	
2	¿Qué sectores se alimentan del dique-toma del río de San Diego?
El Dique-Toma abastece exclusivamente las comunidades y urbanismos ubicados al Norte de la Variante, Las Josefinas y un pequeño sector del extremo Norte del poblado de San Diego.	
3	¿Cuáles zonas se alimentan de los pozos?
La Esmeralda, Valle Verde, El Tulipán, entre otras más.	
4	¿Cómo es la alimentación a través del Sistema Regional del Centro I?
El Sistema Regional del Centro II aporta 250 lps al Estanque de Castillito que los bombea a las urbanizaciones de San Diego a través del Sistema Regional del Centro I.	
5	¿En qué estado se encuentra el Estanque de Montemayor?
Es un estanque diseñado y construido con el sistema de postensado, el cual nunca se ha puesto en funcionamiento.	
6	¿En qué estado se encuentra actualmente la planta de potabilización Alejo Zuloaga?
Hoy en día, el rediseño y mejoras que se llevan a cabo en la Planta Alejo Zuloaga, de manera de poder procesar aguas de un alto grado de contaminación, se estima de manera extraoficial, que queden concluidos para finales del 2024.	

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO**

Autora: Bakhos, M.

Entrevistado: Ing. Gerardo Huguet

Guía de Entrevista

1 ¿Cómo es el suministro de agua de los distintos sectores del Valle de San Diego?

Es variable. La mayoría se surte del bombeo de Castillito, pero existen zonas que tienen pozos profundos, y el Norte del pueblo San Diego que tiene la Cumaca. La mayoría recibe agua menos de los 7 días de la semana.

2 ¿Qué sectores se alimentan del dique-toma del río de San Diego?

Los sectores que están en La Cumaca al Norte de la autopista la Variante, Sabana del Medio, parte de San Diego pueblo.

3 ¿Cuáles zonas se alimentan de los pozos?

La Esmeralda, Valle Verde, El Tulipán, Seminario, entre otros.

4 ¿Cómo es la alimentación a través del Sistema Regional del Centro I?

La alimentación es por un alimentador del Sistema II. Llega por Castillito hasta el estanque Castillito. De aquí se bombea a todo San Diego. Esa tubería sale de una instalación de válvulas a un lado de la autopista, el Centro comercial Palmi. Luego pasa la Z. I. Castillito y sube por la calle de la Bigott al tanque al lado del club portugués.

5 ¿En qué estado se encuentra el Estanque de Montemayor?

El estanque de Montemayor, no sé su estado. Es recomendable hacer una inspección si es necesario.

6 ¿En qué estado se encuentra actualmente la planta de potabilización Alejo Zuloaga?

La planta Alejo Zuloaga fue ampliada y rehabilitada. La van a renombrar Batalla de Carabobo. Está muy bien operando.

APÉNDICE B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

INSTRUCCIONES PARA EL GUIÓN DE ENTREVISTA

- Indique su función dentro de la empresa
- Proceda a leer detenidamente cada una de las preguntas
- Responda de manera objetiva
- En caso de dudas, consulte con la persona encargada de aplicar el cuestionario

N°	Guión de entrevista
1	¿Cómo es el suministro de agua de los distintos sectores del Valle de San Diego?
2	¿Qué sectores se alimentan del dique-toma del río de San Diego?
3	¿Cuáles zonas se alimentan de los pozos?
4	¿Cómo es la alimentación a través del Sistema Regional del Centro I?
5	¿En qué estado se encuentra el Estanque de Montemayor?
6	¿En qué estado se encuentra actualmente la planta de potabilización Alejo Zuloaga?



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		

Fecha: 31/05/2023


Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

Dra. en Educación



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		

Fecha: 31/05/2023


Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

Ing. Civil



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

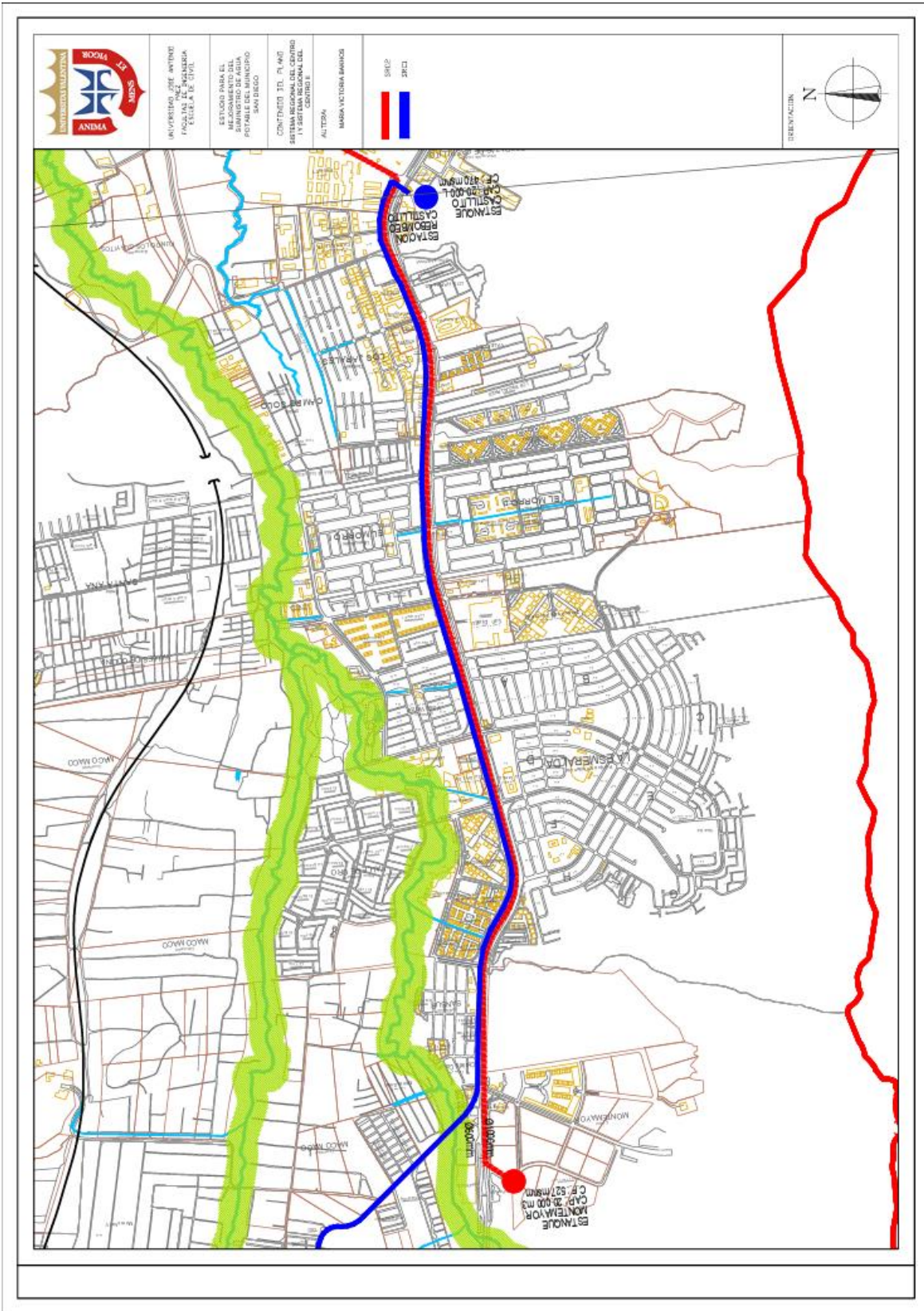
Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	/			/		
2	/			/		
3	/			/		
4	/			/		
5	/			/		
6	/			/		

Fecha: 31/05/2023


Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Msc Iny Civil Luis F Rodríguez
--	--------------------------------

APÉNDICE C



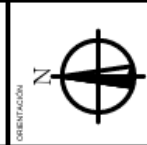


UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

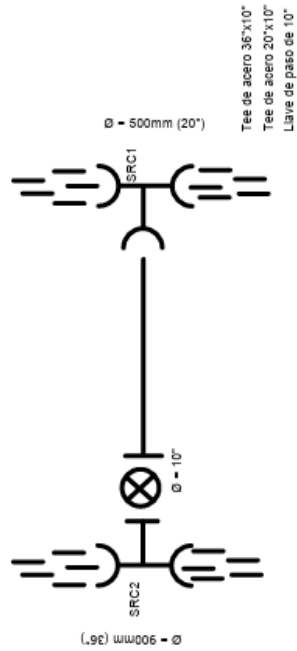
ESTUDIO PARA EL
MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO
SAN DIEGO

CONTENIDO DEL PLANO
DISEÑO DE TUBOS

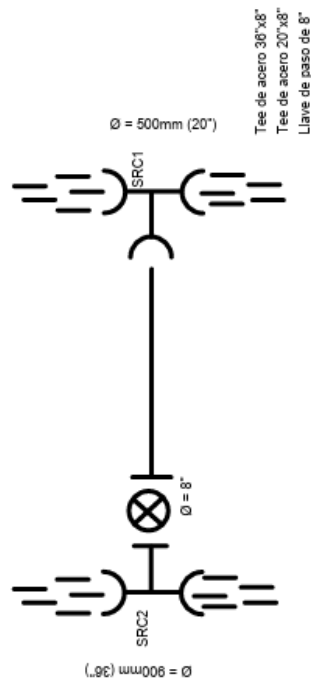
AUTORA:
MARIA VICTORIA BARRIOS



TIPO B



TIPO A



TIPO C

