



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL REEMPLAZO DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE EN LA COMUNIDAD NEVER OPORTA, SAN MIGUELITO, RIO SAN  
JUAN”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Jairo Otoniel Aguirre Orozco  
Br. Luis Enrique Aguirrez Orozco  
Br. Kelly Julisa Pérez Torrez

**Tutor**

Ing. María Elena Baldizón Aguilar

Managua, Noviembre 2021.

## **RESUMEN**

Desde el año 1999 la comunidad Never Oporta, cuenta con un sistema de agua potable denominado Mini Acueducto por Gravedad (MAG), actualmente, este sistema se encuentra en una situación de regular estado, en cuanto a su funcionamiento, tomando en cuenta que su vida útil ha terminado y que la población ha incrementado.

El sistema de agua potable existente es tipo Fuente - Tanque – Red (F-T-R). El agua es obtenida mediante un manantial ubicado a 1 km de la misma comunidad, transportada por gravedad a través de una línea de conducción hacia un tanque de almacenamiento de mampostería con capacidad de 48 m<sup>3</sup> dividido en dos compartimentos, desde donde es suministrada a la población mediante una red de distribución por gravedad.

Se tomó la decisión de mejorar y ampliar el sistema de agua potable para la comunidad Never Oporta, pretendiendo optimizar la red de distribución actual, de igual manera la reutilización de la línea de conducción y los tanques de almacenamientos existentes, considerando que tanto la línea de conducción y los taques aún están en buen estado funcional, tomando en cuenta la demanda actual y potencial futura de agua potable de parte de la comunidad para los próximos 20 años.

El proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Never Oporta, municipio de San Miguelito, departamento de Rio San Juan tiene un costo total directo de C\$ 1,023,301.46. El costo per cápita asciende a C\$ 931.12 córdobas.

## **DEDICATORIA**

*A DIOS como todopoderoso que hace posible la existencia de la materia en el universo, su amor puro y omnipotente me ha permitido un eslabón más en la vida. Él es vida, sabiduría, creador y padre de lo posible e imposible.*

**Br. JAIRO OTONIEL AGUIRRE OROZCO**

## *Agradecimiento*

*A mi FAMILIA que ahí estuvo siempre en lo necesario y durante todo el camino recorrido para estar hoy culminando tan importante carrera.*

*A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de mis estudios durante estos 5 laboriosos años. Además, a los que me siguieron y a los que me criticaron, para ellos. La verdad absoluta no existe, más el bien común contribuye positivamente en la formación del ser humano.*

*A los MAESTROS que se esforzaron desempeñando su labor por vocación, que fueron y serán de gran importancia ahora y en el futuro independiente mente de las circunstancias que se presenten.*

**Br. JAIRO OTONIEL AGUIRRE OROZCO**

## **DEDICATORIA**

*En primer lugar agradecer a DIOS y mis PADRES (Horacio Javier Aguirre Ruíz y Balbina Orozco vallejos) por el inmenso apoyo e incondicional para poder culminado mis estudios universitarios.*

*BR. Luis Enrique Aguirre Orozco*

## *AGRADECIMIENTO*

*Agradezco profundamente a todos los que me apoyaron para terminar mi carrera profesional. A mis profesores y hermanos por la comprensión día a día hasta alcanzar la meta.*

*BR. Luis Enrique Aguirre Orozco*

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo Monográfico es dedicado a mis padres en especial a mi madre Yadira Torrez, a mis 2 hermanos y todos mis maestros quienes, durante todo este proceso de preparación profesional, hicieron propio este sueño dándome el aliento necesario para poder llegar a la meta.*

*Br. Kelly Julisa Perez Torrez.*

## *AGRADECIMIENTO*

*Primeramente, quiero agradecer a DIOS, que es quien permite que las oportunidades lleguen a nuestras vidas; quien nos dio la sabiduría y perseverancia para creer en que era posible este sueño, aun cuando el panorama se encontraba gris y muchos no crean que lo lograría.*

*A mis PADRES en especial a mi MADRE por ser mi soporte emocional y económico a lo largo de este proceso de preparación perfeccional.*

*A mis 2 hermanos por el amor y el cariño durante tanto tiempo.*

*Br. Kelly Julisa Perez Torrez*

# Tabla de contenido

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 <i>Generalidades</i> .....	2
1.2 <i>Antecedentes</i> .....	3
1.3 <i>Justificación</i> .....	4
1.4 <i>Objetivos</i> .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SISTEMA DE AGUA EXISTENTE</b> .....	<b>6</b>
II    DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SISTEMA DE AGUA EXISTENTE.....	7
2.1 <i>Descripción del área de estudio</i> .....	7
2.2 <i>Servicios municipales</i> .....	14
2.3 <i>Situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable</i> .....	15
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
III    MARCO TEÓRICO .....	18
3.1 <i>Generalidades de “El Agua”</i> .....	18
3.2 <i>Población y Consumos</i> .....	18
3.3 <i>Sistema de agua potable</i> .....	21
3.4 <i>Tipo de abastecimiento</i> .....	23
3.5 <i>Fuente de abastecimiento</i> .....	23
3.6 <i>Agua subterránea</i> .....	24
3.7 <i>Aguas sub superficiales</i> .....	24
3.8 <i>Aguas superficiales</i> .....	25
3.9 <i>Obras de captación</i> .....	25
3.10 <i>Línea de conducción</i> .....	26
3.11 <i>Tanque de almacenamiento</i> .....	27
3.12 <i>Red de distribución</i> .....	28
3.13 <i>Tipos de redes</i> .....	29
3.14 <i>Métodos de diseño de redes de abastecimiento de agua potable</i> .....	29
3.15 <i>Herramientas de diseño (sistemas informáticos de diseño)</i> .....	31
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>35</b>

<b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>35</b>
IV DISEÑO METODOLOGICO.....	36
4.1 Estudios básicos .....	36
4.2 Estudios de gabinete .....	39
4.3 Criterios de diseño empleados.....	39
4.4 Población de diseño por cada año .....	41
4.5 Dotación y Consumos de agua .....	41
4.6 Red de Distribución .....	49
4.7 Selección de la clase de tubería a emplear.....	50
4.8 Diámetro.....	50
4.9 Tanque de almacenamiento.....	53
4.10 Ubicación del tanque.....	53
4.11 Tratamiento .....	53
4.12 Análisis del sistema de agua propuesto .....	54
4.13 Cálculo de campo .....	55
4.14 Criterios para el análisis y cálculo hidráulico del sistema. ....	57
4.15 Diseño de la Red de Distribución .....	58
4.16 Tipo de Red.....	58
4.17 Demandas Nodales.....	59
4.18 Estimación de costos o presupuestos de la obra .....	59
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>61</b>
<b>CÁLCULOS Y RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
V CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	62
5.1 Resultados de censo y encuesta socioeconómica.....	62
5.2 Población .....	62
5.3 Vivienda y los diferentes tipos .....	63
5.4 Nivel de escolaridad .....	64
5.5 Situación y actividades económicas.....	65
5.6 Servicios públicos existentes.....	66
5.7 Saneamiento.....	68
5.8 Evaluación del sistema actual.....	69
5.9 Población y consumos .....	69
5.10 Línea de conducción por gravedad.....	70
5.11 Tanques de almacenamiento.....	72

5.12	<i>Red de distribución existente</i> .....	73
5.13	<i>Sistema de agua propuesto</i> .....	76
5.14	<i>Estudio de población</i> .....	76
5.15	<i>Proyección de la población</i> .....	76
5.16	<i>Consumos</i> .....	77
5.17	<i>Fuente de abastecimiento y captación</i> .....	79
5.18	<i>Línea de conducción por gravedad</i> .....	80
5.19	<i>Almacenamiento</i> .....	82
5.20	<i>Red de distribución</i> .....	82
5.21	<i>Tratamiento</i> .....	89
5.22	<i>Desinfección del agua</i> .....	89
5.23	<i>Descripción del sistema propuesto</i> .....	90
5.24	<i>Fuente de abastecimiento</i> .....	90
5.25	<i>Línea de conducción</i> .....	91
5.26	<i>Red de distribución</i> .....	91
5.27	<i>Costo del proyecto</i> .....	92
VI	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	94
6.1	<i>Conclusiones</i> .....	94
6.2	<i>Recomendaciones</i> .....	95
VII	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	97
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>99</b>

# Índice de tablas

TABLA 1 POBLACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA.....	11
TABLA 2 DOTACIÓN SEGÚN NIVEL DE SERVICIO .....	41
TABLA 3 COEFICIENTES DE MATERIALES DE TUBERÍAS (K) .....	49
TABLA 4 SELECCIÓN DE TUBERÍA.....	50
TABLA 5 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE HAZEN WILLIAMS .....	51
TABLA 6 POBLACION .....	62
TABLA 7 VIVIENDA .....	63
TABLA 8 NIVEL DE ESCOLARIDAD .....	64
TABLA 9 INGRESO ECONÓMICOS .....	65
TABLA 10 DISPONIBILIDAD DEL AGUA.....	67
TABLA 11 PAGOS DE SERVICIO.....	67
TABLA 12 TRATAMIENTO DE LAS EXCRETAS.....	68
TABLA 13 REVISIÓN DEL DIÁMETRO DE LÍNEA POR GRAVEDAD .....	71
TABLA 14 PRESIÓN EN LOS NODOS DE RED EXISTENTE .....	74
TABLA 15 VELOCIDADES EN LOS TRAMOS DE LA RED EXISTENTE .....	75
TABLA 16 DATOS CENSALES.....	76
TABLA 17 VARIACIONES DE CONSUMO .....	77
TABLA 18 CAUDALES AFORADOS EN LA FUENTE .....	79
TABLA 19 REVISIÓN HIDRÁULICA PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	81
TABLA 20 CARACTERÍSTICAS DE LÍNEAS EN LA RED FUTURO .....	83
TABLA 21 CARACTERÍSTICAS EN LOS NODOS DE LA RED FUTURA .....	84
TABLA 22 PRESIONES EN LOS NODOS DE LA RED AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO.....	87
TABLA 23 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED. VELOCIDADES EN LOS TRAMOS. ....	88
TABLA 24 LONGITUDES Y DIÁMETROS DE TUBERÍA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	91
TABLA 25 CALCULO DE TARIFA .....	92
TABLA 26 PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	93
TABLA 28 AFORO .....	I

## Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 MACRO LOCALIZACIÓN.....	7
ILUSTRACIÓN 2 MICRO LOCALIZACIÓN.....	8
ILUSTRACIÓN 3 MANANTIAL DE LADERA.....	26
ILUSTRACIÓN 4 PANTALLA EN LA CAJA DE CAPTACIÓN.....	44
ILUSTRACIÓN 5 DIMENSIONAMIENTO DE CANASTILLA.....	45
ILUSTRACIÓN 6 REVISIÓN DE DIÁMETRO DE LINE DE GRAVEDAD .....	71
ILUSTRACIÓN 7 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED EXISTENTE .....	73
ILUSTRACIÓN 8 ESQUEMA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE FUTURO .....	85
ILUSTRACIÓN 9 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED PARA EL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO.....	86
ILUSTRACIÓN 10 RESULTADOS ESTUDIOS METALES PESADOS.....	VI

## Tabla de Contenido de Ecuaciones

ECUACIÓN 1 .....	30
ECUACIÓN 2 .....	30
ECUACIÓN 3 .....	30
ECUACIÓN 4 .....	31
ECUACIÓN 5 .....	38
ECUACIÓN 6 .....	38
ECUACIÓN 7 .....	40
ECUACIÓN 8 .....	41
ECUACIÓN 9 .....	43
ECUACIÓN 10.....	44
ECUACIÓN 11.....	45
ECUACIÓN 12.....	46
ECUACIÓN 13.....	46
ECUACIÓN 14.....	47
ECUACIÓN 15.....	47
ECUACIÓN 16.....	48
ECUACIÓN 17.....	48

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Generalidades**

El acceso del agua potable es una necesidad fundamental que requiere toda población, el abastecimiento y conducción del recurso determina directamente el tipo y calidad de vida de la población, en la actualidad la disponibilidad del agua potable es un indicador del desarrollo socioeconómico sostenible de una comunidad.

El abastecimiento de agua potable debe cumplir los siguientes Objetivos: suministrar cantidad suficiente para el consumo de agua potable, que esta cumpla con los estándares mínimos de calidad para ser consumida, que la fuente de suministro procure estar próximo a la residencia con fácil acceso y por último que el costo para obtener el recurso es de acuerdo con la capacidad económica de la población.

Es de vital importancia, tanto para la salud humana y para el bienestar de la sociedad en su conjunto, contar con un abastecimiento de agua potable seguro y conveniente para el consumo humano y de múltiples usos de la comunidad.

El siguiente documento está enfocado en describir, de la forma más simple posible, los aspectos técnicos relacionados con el Estudio y Diseño del Sistema de abastecimiento de Agua Potable Rural para la comunidad antes mencionada el cual consiste en el reemplazo de un Mini Acueducto por Gravedad (MAG).

Dentro de este documento se abarca una reseña histórica de la comunidad en mención y cada uno de los aspectos constructivos del sistema ejecutado, el que cumplió con las Normas establecidas por la Gerencia de Acueductos Rurales (GAR) de ENACAL.

## 1.2 Antecedentes

El municipio de San Miguelito departamento de Rio San Juan, existen cinco sectores urbanos y 45 comunidades. A 9 km del municipio se localiza la comunidad Never Oporta la cual su principal actividad económica es la ganadería y agricultura, el tipo de población es rural concentrada.

En la comunidad prevalece la pobreza, ya que la mayoría de la familia solamente acceden a salarios entre 2,000 y 4,000 córdobas, lo cual, no garantiza la satisfacción de todas las necesidades básicas en el hogar.

Se fundó en 1983, con familias evacuadas de municipios y comarcas vecinas, a causa del conflicto armado dado en ese tiempo, con el objetivo de garantizar la seguridad de esta población y facilitar el acceso a viviendas y otros servicios.

En 1986 se construyó un primer sistema de abastecimiento de agua bajo un extraño diseño a cielo abierto, esto quiere decir, que solamente se levantó un muro de contención en una quebrada para luego conducirla directamente a la comunidad, sin utilizar sistema de almacenamiento.

En 1999 se realiza el reemplazo de ese sistema por parte de la cooperación holandesa, a través del “Proyecto de agua y saneamiento comunitario” (PASOC), el cual fue un mini acueducto por gravedad (MAG).

El sistema es un mini acueducto por gravedad (MAG) con conexiones de patio, construido en 1999 por el organismo PASOC, este capta el agua de tres manantiales ubicados a 1 km al este del casco urbano de la comunidad Never Oporta, aunque habitualmente sólo es necesario utilizar el agua de uno de los manantiales, para garantizar el consumo promedio de los habitantes. Este sistema dispone de 4 mz como área de protección de la fuente.

Dicho sistema fue gestionado y es administrado por una cooperativa de servicios básicos (La Manantial R.L), desde que fue construido, cumpliendo con todos los

requisitos de ley, esto ha permitido que se realizaran mejoras garantizando así un mayor funcionamiento.

### **1.3 Justificación**

El reemplazo de este sistema es necesario debido a que su vida útil ha finalizado, un dato interesante es que la población manifestaba que en los meses de verano el agua les llega en menos cantidad, con las misma cálida de años anteriores, un 0.39 % de la población indica que la calidad del agua no es buena, el 2.03% indica que la calidad del agua es muy buena y un 71.8% indica que es más que excelente.

A la fecha el sistema de agua potable de la comunidad Never Oporta, continúa funcionando con algunos arreglos que le ha venido realizando las organizaciones comunitarias que administran dicho sistema. Con los fondos que recaudan mediante el pago simbólico del servicio, han realizado algunas mejoras para garantizar el funcionamiento del mismo.

Sin embargo, es notable lo difícil de poder brindar un adecuado servicio, cuando el sistema, en teoría, ha dado su vida útil (fue construido en el año 1999).

Por tal razón, se vuelve imprescindible el reemplazo parcial del sistema, de acuerdo a las normas establecidas por el INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados).

El estudio que se realizó estaba orientado para tomar una decisión si es reemplazo efectivo o reestructuración completa del sistema de agua potable.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Proponer diseño hidráulico para el reemplazo del sistema de agua potable en la comunidad Never Oporta, San Miguelito, Rio San Juan, periodo 2021-2041.

### 1.4.2 Objetivos específicos:

- ✚ Realizar levantamiento topográfico en la línea de conducción y red de distribución de agua potable existente y los tramos a anexar.
- ✚ Efectuar censo poblacional y encuesta socioeconómica para las respectivas proyecciones de consumo futuro de agua potable.
- ✚ Realizar aforo y análisis de calidad de agua de la fuente mediante un estudio en laboratorios certificados.
- ✚ Hacer un diagnóstico del estado físico e hidráulico del sistema existente.
- ✚ Analizar hidráulicamente la red de abastecimiento de agua potable existente y propuesta mediante el uso del Software EPANET.
- ✚ Desarrollar un presupuesto orientativo para el reemplazo del sistema de agua potable.

**CAPÍTULO II**  
**DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE**  
**ESTUDIO Y SISTEMA DE AGUA**  
**EXISTENTE**

## II Descripción del área de estudio y sistema de agua existente

### 2.1 Descripción del área de estudio

#### 2.1.1 Macro localización

San Miguelito, municipio del departamento de Río San Juan, está ubicado a 244 kilómetros de la ciudad de Managua, sobre la carretera hacia San Carlos, con una extensión territorial de 1,096.59 km<sup>2</sup>.

Límites territoriales

Al Norte: Morrito

Al Sur: San Carlos

Al Este: El Almendro y Nueva Guinea

Al Oeste: Lago Cocibolca

*Ilustración 1 Macro Localización*



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.2 Micro localización

La comunidad Never Oporta se encuentra localizado en el municipio de San Miguelito perteneciendo política y administrativamente al Departamento de Rio San Juan, se encuentra a 48 Kilómetros de distancia de la cabecera departamental San Carlos y a 248 kilómetros de la capital del país Managua, con longitud oeste  $0^{\circ}$ ,  $50'$  y  $41.85''$  y latitud norte de  $11^{\circ}$ ,  $27'$  y  $35.86''$  con una extensión territorial de 10.40 km<sup>2</sup>.

Sus límites geográficos son los siguientes:

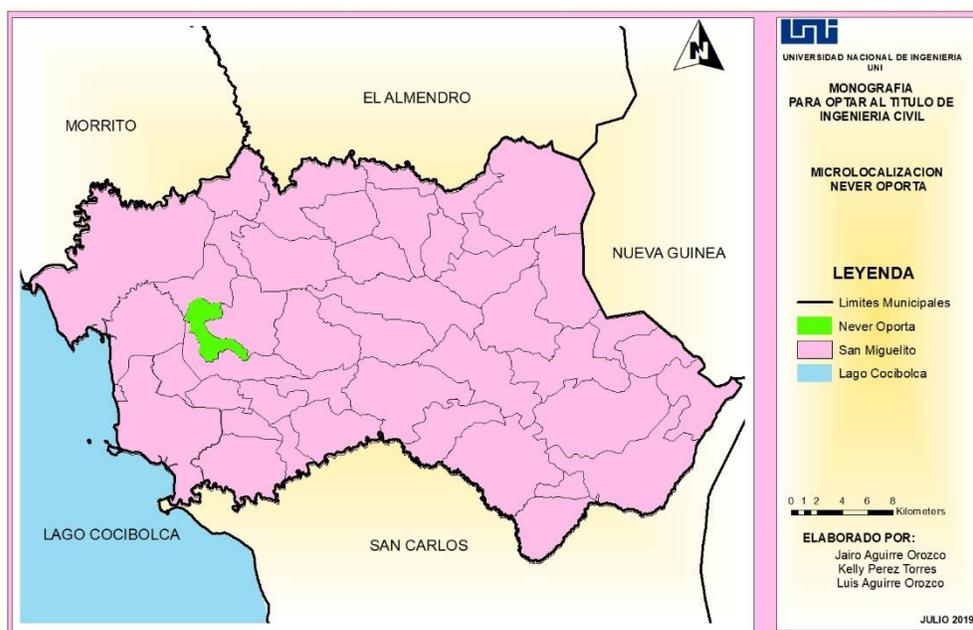
Al Norte: Empalme los Sánchez

Al Sur: Comarca La Conquista N°1

Al Este: Comarca Las Nubes

Al Oeste: Comarca Los Pantanos

*Ilustración 2 Micro Localización*



Fuente: Elaboración propia

### **2.1.3 Clima temperatura precipitación**

La comunidad Never Oporta tiene un clima tropical húmedo caracterizado como semi-húmedo. El rango de precipitación pluvial para la comunidad Never Oporta varía entre 2,000 y 2,400 mm caracterizando por una buena distribución durante todo el año, cuenta con bosque tropical.

El régimen térmico varía entre 23° y 24°, la humedad relativa es de 78%.

### **2.1.4 Ecología**

Never Oporta es una comunidad privilegiada en el país, en lo relativo a la distribución, uso y goce de la tierra y manantiales, el territorio está considerado como zona tropical, en estricto sentido puede afirmarse que todo el territorio que comprende esta comunidad es montañoso y de reserva natural, una gran curiosidad de la naturaleza es los manantiales considerados únicos por calidad de agua, además se encuentran abundantes cultivos de diferentes semillas.

Los principales suelos existentes en esta comunidad son: arcillosos, limosos.

### **2.1.5 Uso potencial del suelo y recursos naturales**

Las condiciones del terreno, el clima y su buena agua para la producción agropecuaria produce altos rendimientos agrícolas en el cultivo de frijoles , le siguen el maíz y arroz, la mayoría de la población se dedica al cultivo de la tierra, cada familia por lo menos tiene un terreno destinado al cultivo, ya sea propia o en arriendo, pese a los grandes esfuerzos que los pobladores hacen por salir adelante con la producción y de esta forma poder sobrevivir, pero lamentablemente han sido afectados por los fenómenos naturales, a los diversos huracanes y tormentas que nuestro país ha sufrido en los últimos años.

### **2.1.6 Cuencas hidrográficas**

Por ser una comunidad privilegiada de acuerdo a su localización cercana al lago y principales manantiales únicos en el departamento esto lo hace más importante para los habitantes de la comunidad, por el aprovechamiento que derivan de sus aguas del principal río de la comunidad: El Camastro.

### **2.1.7 Calidad del ambiente**

La comunidad con el pasar de los años han ocurrido una serie de cambios, los cuales son provocados por el deterioro de los recursos naturales (Flora y Fauna), debido a lo siguiente:

- Despale indiscriminado.
- Mal uso de las cuencas hídricas.
- Quemas de potreros para agricultura.

Lo que ha venido provocando deterioro en la capa de ozono, cambios en la temperatura, degradación de la capa vegetal de los bosques y disminución, aunque mínimas pero significativas de los caudales de las cuencas hídricas.

### **2.1.8 Biodiversidad**

Actualmente la Flora y Fauna de la comunidad representan, para la ciudadanía, un medio abundante de supervivencia alimenticia para gran parte de los pobladores.

### **2.1.9 Flora**

El municipio se caracteriza por una gran variedad de árboles en los que se encuentran: roble, espabel, guaba, sota caballo, guácimo, pochote, cedro, papaturro acacia Laurel, madroño, jiñocuabo, malinche, Guanacaste, guapinol, helequeme, muñeco, así como gran variedad de plantas ornamentales y frutales.

### **2.1.10 Fauna**

Esta está caracterizada por conejos, cusucos, iguanas, garrobos, monos, chocoyos, zanates, chaneros, palomas, urracas, gallinas de monte, guises, garzas y ardillas chiscones,- pato chancho.

### 2.1.11 Población

Según cifras oficiales del Instituto Nacional de Información para el Desarrollo (INIDE) en el año 2005 la población total del municipio era de habitantes 17,031 para una densidad poblacional de 16 hab/km<sup>2</sup>.

La jurisdicción municipal comprende de 5 sectores y de 45 comarcas, de las cuales corresponde al área urbana: Las palomas, el peñón, Los Potreros, El Cacao, El Ojoche, Never Oporta, Los Sánchez, Las Nubes, Los Pantanos, Arístides García, El Tule, Mancha de coyol, Los Ángeles, El Ayote, Aguas Calientes, Tamborar sur, Quebrada Seca, Conquista #1, Conquista #2, Conquista # 3, Santa María, El Camastro, La Tigra, El Espino Negro, El Frijolar, Las Coreas, El Espabel, El Espabelito, Toro Bayo, El Jardín, Mata De Guinea, El Corozo, El Dorado # 1, 2 y 3, El Roble, El Naranja, El Cojo, Santa Rosa, El Fajardo, El Tulito, Santa Elena, La Florida, La Rampla, El Espejo, Mata De Maíz.

La comunidad Never Oporta es población concentrada, con 1099 habitantes la cual comprende un total de 291 familias en 291 viviendas, teniendo aproximadamente un ingreso mensual por familia de U\$ 4,000.00. **(Ver Tabla 1).**

*Tabla 1 Población área de Influencia*

Población	Hombres	Mujeres	Niñ@s	Personas de la 3° edad	Total (Habitantes)
Población del Municipio	6,088	6,178	5,544	945	18,755
Población de la comunidad	352	363	330	54	1,099
Población objetivo	352	363	330	54	1,099

Fuente: Alcaldía Municipal

### 2.1.12 Vivienda

El actual inventario habitacional de la comunidad Never Oporta está compuesto por un total de 291 viviendas de todo tipo.

### **2.1.13 Educación**

Según el MINED, en el municipio San Miguelito existe una población estudiantil de 5,982 representando aproximadamente un 31.9% de la población total, La comunidad Never Oporta existe una población de 413 estudiantes representando un porcentaje de 6.79% de la población estudiantil de San Miguelito, de los cuales 164 estudiantes de primaria regular, 54 estudiantes de preescolar, 68 estudiantes de secundaria regular, 84 estudiantes de secundaria a distancia y 43 estudiantes en universidad en el campo.

Para atender a esta población estudiantil de la comunidad Never Oporta, el Ministerio de Educación cuenta con 25 maestros, los cuales 11 trabajan en Centros de Educación primaria incluyendo preescolar en modalidad matutina, 5 maestros en Centros de Educación Secundaria con modalidad vespertino, 8 maestros en educación secundaria a distancia impartiendo clase los días sábados y 1 maestro en universidad en el campo.

### **2.1.14 Salud**

El Ministerio de Salud (MINSA), en este municipio, cuenta con 1 hospital primario, 7 puestos de salud y 1 casas maternas con camas, y terapias complementarias. Para el traslado de pacientes el municipio cuenta con 3 ambulancias.

Por medio de las unidades de salud se desarrollan acciones de promoción, prevención, curación y rehabilitación, dirigidas a las personas, familia, comunidad y ambiente. Se cuenta con un equipo completo de laboratorio, ultrasonido, odontología y pruebas rápidas en los puestos de salud de embarazos, VIH, tensiómetros y glucómetros. Además, se impulsan Programas emblemáticos y Solidarios como: Amor para los más Chiquit@s, Programa Todos con Voz.

La comunidad Never Oporta cuenta con 1 puesto de salud para atención primaria, 1 Médico General, 2 Enfermeras@s.

### **2.1.15 Recreación**

La principal recreación de los habitantes de este municipio es el juego de béisbol, para lo cual se cuenta con un campo principal y un parque central en el área urbana,

siendo visitado por niños y jóvenes, y en que se refiere a las zonas rurales, se cuenta con campos deportivos en casi todas las comarcas; cabe mencionar que la comarca Never Oporta cuenta con una cancha multiusos, campo de fútbol y Béisbol.

#### **2.1.16 Viabilidad y transporte.**

San Miguelito cuenta con 203 kilómetros de carretera de los cuales 28 es de carretera asfaltada y el resto macadán, que actualmente se encuentra en regular estado, el transporte colectivo del municipio se basa en un pequeño número de 8 taxis que hacen la ruta desde San Miguelito hasta las comunidades que se encuentran situadas cerca de la carretera Managua-San Carlos, además cuenta con un bus que entra por las mañanas y la tarde al Municipio, la comunidad el Never Oporta por su posición a bordo de carretera principal cualquier transporte colectivo te lleva a la comunidad.

La alcaldía se encarga de regir el transporte intra – municipal, más que todo el servicio de taxis, donde estos hacen su solicitud para una nueva unidad, el Consejo Municipal avala esta solicitud después que el solicitante presenta su estudio de factibilidad, coordinándose con la Policía Nacional.

#### **2.1.17 Telecomunicaciones.**

Los servicios de telefonía, convencional, celular, internet y TV por cable son prestados por la empresa CLARO y empresa MOVISTAR. También se cuenta con el servicio de Correo con la entrega y recepción de encomienda y además se presta el servicio de recepción.

#### **2.1.18 Agua potable y alcantarillado.**

El municipio de San Miguelito cuenta con servicio público de agua potable, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

Basándose en los datos de la caracterización municipal, el 100% de los habitantes se abastecen de pozos perforados por la empresa Nicaragüense de Acueductos y alcantarillado.

Actualmente en la comunidad Never Oporta, se cuenta con un servicio de agua potable, el cual abastece a la población de dicha comunidad. En lo referente al alcantarillado sanitario, actualmente no se cuenta con dicho servicio, por lo que los ciudadanos tienen que verter las aguas al aire libre.

## **2.2 Servicios municipales**

### **1.1.1 Recolección de residuos sólidos.**

La municipalidad de San Miguelito presta el servicio de recolección de basura, 3 días a la semana, hay personas encargadas de la limpieza de cunetas y calles, en la comunidad Never Oporta los pobladores queman o entierran la basura ya que la comunidad no cuenta con un lugar de depósito.

### **2.2.1 Registro civil.**

El área de Registro Civil está ubicada en la Alcaldía y recibe una atención técnica de parte del Consejo Supremo Electoral, quienes se encargan de capacitar y establece normas para el buen funcionamiento en lo pertinente al Registro Civil.

### **2.2.2 Economía municipal.**

Las actividades económicas que se caracterizan son la agricultura y la ganadería. La agricultura es el rubro de mayor importancia económica, la ganadería históricamente ha sido una actividad de carácter secundario con relación a la agricultura y está destinada fundamentalmente al consumo interno.

Las condiciones de planicie en terreno, clima húmedo y buena agua para la producción agropecuaria provocan altos rendimientos agrícolas en el municipio.

La crianza de animales domésticos como aves de corral y ganado porcino representan un importante rubro para la economía de las familias del municipio.

### **2.2.3 Accesibilidad a la zona**

La distancia de la capital a la cabecera departamental está a 290 Km, 10 km del Never Oporta a la Municipalidad., y la comunidad está de 244 Km con respecto a la capital de país.

#### **2.2.4 Tipos de vías de acceso a la comunidad.**

Para llegar a la comunidad desde la capital se debe recorrer 244 Kilómetros de carretera asfaltada, con un tiempo de viaje de 5 horas, aproximadamente.

#### **2.3 Situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable.**

En la comunidad Never Oporta, en el año 1999, cooperación holandesa apoyó con la construcción de un sistema de agua potable denominado Mini Acueducto por Gravedad (MAG), el cual funciona ligeramente eficiente, en la actualidad el sistema de abastecimiento de agua potable beneficia a todos los habitantes esto gracias a los mejoramientos que la directiva hace regularmente, y sobre todo por las campañas de consientisacion sobre el uso del agua, campañas de reforestacion y conservación del manantial Cuando se impulsó este proyecto había solo 547 familias y el sistema de agua potable se instaló en terrenos que pertenece a la cooperativa, a medida que pasó el tiempo, la población aumentó, y aun así el sistema sigue abasteciendo la demanda de la nueva población.

Este sistema de agua potable tiene una edad de 20 años, ubicado en una zona sumamente irregular, por tal razón se hace posible suplir a toda la población las necesidades del servicio de agua.

##### **2.3.1 Fuente de abastecimiento.**

La fuente de abastecimiento es un Manantial, el proyecto termino a finales del año 1999 y se puso en marcha días después, se encuentra ubicado al este de la comunidad en las coordenadas Latitud: 10°27'54" y Longitud: 84°50'46".

##### **2.3.2 Obra de captación.**

La obra de captación existente y emplazada en la comunidad Never Oporta está conformada por la extracción del líquido directamente del Manantial, En la obra de captación se encuentra 3 cajas de registro, con diferentes dimensiones Caja N°1 y N°2 con dimensiones externas de 0.84 X 0.84 X 0.84 y la caja N°3 con dimensiones de 0.68 X 0.68 X 0.68 con aliviadero circular, saliendo con un caudal promedio de 7.62 l/s, conducida por gravedad hacia los tanques de almacenamiento, donde se

le aplica una dosis óptima de desinfección y es enviada por medio de gravedad a cada domicilio para sus usos posteriores.

### **2.3.3 Tanque de almacenamiento.**

Actualmente el Mini Acueducto por Gravedad (MAG) de la comunidad Never Oporta, municipio de San Miguelito, cuenta con un tanque de almacenamiento dividido en dos compartimentos, con 48,000 lts, de capacidad total, de concreto y apoyado sobre loza de concreto a nivel del terreno.

### **2.3.4 Red de distribución.**

Se cuenta con una red de distribución por gravedad, con tubería 1", 1 ½", 2", 2 ½", 3", de diámetro, de PVC de clase SDR-26, el agua almacenada en los dos tanques es transportada mediante la red antes mencionada hacia las conexiones domiciliarias de la población.

El sistema de distribución tiene una longitud en su totalidad de 2,581.15 m, cuando se impulsó el proyecto había una población total de 547 habitantes, en el 2021 población es de 1,099 habitantes

### **2.3.5 Desinfección del agua.**

El agua suplida a la población es de origen subterráneo, por lo que el agua extraída solo se le aplica desinfección. Para esto, en el tanque de almacenamiento se dispone de un equipo de clorador ZTI8 (construido artesanalmente) que está en funcionamiento y en condiciones eficientes.

### **2.3.6 Conexiones domiciliarias y tarifa.**

Actualmente se encuentran conectadas 291 casa de habitación, las cuales los socios de la cooperativa pagan una Tarija estable de C\$ 20 córdobas y los demás pobladores pagan una Tarija estable de C\$ 50 córdobas mensuales.

# **CAPÍTULO III**

## **MARCO TEÓRICO**

### **III Marco Teórico**

#### **3.1 Generalidades de “El Agua”**

##### **3.1.1 Origen**

El agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación y desplazamiento hacia el mar. Los vientos transportan en las nubes como vapor de agua desde el mar y en sentido inverso tanta agua como la que se vierte desde los ríos en los mares, en una cantidad aproximada de 45 000 km<sup>3</sup> al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74 000 km<sup>3</sup> anuales, por lo que las precipitaciones totales son de 119 000 km<sup>3</sup> cada año.

##### **3.1.2 Importancia**

El agua no es sólo importante para el consumo del ser humano, sino también con permitir la existencia de un complejo número de seres vivos. En primer lugar, el agua es uno de los alimentos más importantes de los vegetales, cuando llega a través del riego o de la lluvia es responsable del crecimiento de todo tipo de plantas y de vegetación que existe en el planeta. Por otro lado, es consumida por animales y sirve también como un elemento natural de vital importancia para el desarrollo de estos.

#### **3.2 Población y Consumos**

##### **3.2.1 Periodo de diseño.**

El periodo de diseño de un proyecto de esta naturaleza es el lapso del tiempo por el cual se estima que las obras por construir funcionen eficientemente, siendo el tiempo mínimo de este periodo de 20 años según las normas técnicas, pero existen diferentes factores que pueden influir en aumentar o disminuir el periodo de diseño como los que se muestran a continuación:

- Calidad y vida útil de los materiales.

- Calidad de procesos constructivos.
- Calidad del agua.
- Diseño del sistema.

### **3.2.2 Población y densidad.**

Las poblaciones crecen por nacimientos e inmigración y decrecen por el inverso de estos, cada uno ellos son influidos por factores sociales y económicos de una comunidad. Por lo que cualquier sobre estimación de la población trae como consecuencia sobre pasar la capacidad de un proyecto, así como los costos de inversión del mismo.

Las fuentes de información que se consideran para establecer la población actual y su densidad son:

- Censos.
  - Encuestas sanitarias.
  - Registros escolares.
  - Estadísticas de consumo.
- Censos de viviendas.

### **3.2.3 Población futura.**

La población futura se constituye como la población beneficiada que se considera en el diseño, esta se determina en base a la población inicial y un crecimiento poblacional para un periodo considerado, por lo tanto, se utilizan diferentes métodos.

Entre estos métodos está el Geométrico que es el que más se utiliza en Nicaragua.

### **3.2.4 Proyección geométrica.**

Algunas ciudades crecen en proporción correspondiente a un porcentaje uniforme de la población del presente periodo. Este método se debe utilizar con precaución ya que puede dar resultados demasiado elevados, especialmente cuando las comunidades son relativamente recientes y con industrias rápidamente expansivas,

son condiciones que puede existir durante un tiempo relativamente corto. Al aplicar un porcentaje de crecimiento de la población en un periodo este conduce a una sobre estimación de la población, también puede aplicarse a comunidades antiguas que no experimenten una gran expansión, con un porcentaje de crecimiento de un 20 – 30 % cada decenio. Donde el índice de crecimiento de las comunidades disminuye conforme estas van creciendo.

### **3.2.5 Dotación.**

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario.

El consumo o la dotación de agua de una comunidad varían con respecto a otra, ya que depende de una serie de factores propios de la localidad que se abastece. Los principales factores que influyen en este consumo son:

- El clima.
- Nivel de vida y costumbres de la población.
- Existencia de red de alcantarillados.
- Calidad de agua.
- Tipo de consumo.
- Presión de la red de distribución.
- Costo del agua (tarifa).
- Pérdidas en el sistema.
- Medidores.
- Existencia de sistemas privados.

La mayor cantidad de agua que se consume se divide principalmente en cuatro sectores, como lo son: doméstico, público, comercial e industrial. Además de las pérdidas que se dan en la red de distribución.

Para este proyecto solamente se considerará el consumo doméstico, debido a que las comunidades se desarrollan principalmente en torno al sector agropecuario, por

lo tanto, no utilizan grandes cantidades en consumo de agua como para uso industrial.

### **3.3 Sistema de agua potable**

#### **3.3.1 Generalidades.**

El sistema de suministro de agua potable es un procedimiento de obras, de ingeniería con un conjunto de tuberías enlazadas que permite llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural comparativamente.

Es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtenerla para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industriales y otros. El agua suministrada debe ser en cantidades suficientes y de la mejor calidad; desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico.

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua:

- Fuente de abastecimiento.
- Captación.
- Almacenamiento.
- Desinfección
- Conducción.
- Línea de Distribución.

Red de distribución.

#### **3.3.2 Origen.**

La idea nació de la necesidad del hombre de trasladar y distribuir el agua a los lugares más apartados o desde sus fuentes a la vivienda.

En Europa los griegos fueron los primeros que construyeron acueductos, pero los romanos, pusieron mayor empeño en solucionar el problema y construyeron su

extensa red de acueductos para traer las aguas limpias de los montes Apeninos hasta la ciudad, intercalando estanques y filtros a lo largo del recorrido del agua para asegurar su calidad, este sistema de suministro de agua decayó con la desintegración del imperio Romano.

### **3.3.3 Calidad del agua.**

La calidad del agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento. En la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza fisicoquímica o bacteriológica y varían de acuerdo con el tipo de fuente, cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de su consumo. Además de no contener elementos nocivos a la salud, no debe presentar características que puedan rechazar el consumo.

Se define como agua potable aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y que básicamente atiende a los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud; aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables; y sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas. Existen una serie de normas que regulan la calidad que debe tener el agua para su consumo y su uso, hay normas que especifican los pasos que se deben seguir para infiltrar agua en los mantos acuíferos, así como la calidad que debe tener el líquido.

Aunque cada vez hay un mayor interés por la captación de agua de lluvia para su reúso todavía no hay una normativa que avale e incentive esta práctica y los posibles sistemas para llevarla a cabo.

### **3.4 Tipo de abastecimiento.**

Un sistema de abastecimiento de agua es un conjunto de infraestructura, equipos y servicios destinados al suministro de agua para consumo humano.

El suministro de agua es principalmente para consumo doméstico; también para uso comercial, industrial y otros usos. El agua suministrada debe ser en cantidad suficiente y de buena calidad física, química y bacteriológica; es decir, apta para el consumo humano.

Se deben considerar dos casos:

- Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo: la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculada con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.
- Cuando el sistema de abastecimiento de agua no incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad del sistema de bombeo debe ser calculada en base al caudal máximo horario y las pérdidas en la red de distribución.

Los elementos descritos en las secciones anteriores pueden ser conjugados de diferentes formas, atendiendo a las características propias de la fuente a explotar y de las necesidades de la localidad a la que se abastecerá.

### **3.5 Fuente de abastecimiento.**

La fuente de agua más importante es la lluvia, ya que se recarga directamente en los embalses o en las cuencas de captación, dando vida a una red de ríos de una zona. El agua se filtra a través de capas de roca y se ha acumulado a lo largo de los años, esta se encuentra bajo presión y brota a la superficie en forma de manantial. Por estas razones la fuente de abastecimiento se divide en tres grandes grupos como lo son:

- Subterráneas: manantiales, pozos, nacientes.
- Superficiales: lagos, ríos, canales, etc.
- pluviales: aguas de lluvia.

### **3.6 Agua subterránea.**

Es todo aquella que proviene de grietas del subsuelo, que puede aflorar de forma natural a la superficie o artificialmente a través de una bomba.

Las rocas y suelos que dejan pasar el agua que cae como lluvia, se llaman permeables, el agua que penetra por los poros de una roca permeable acaba llegando a una zona que la detiene. Entonces la parte permeable se va acumulando de agua (zona de saturación), la zona por encima de esta en la que el agua va descendiendo, pero en los poros todavía hay aire se llama zona de aireación y el contacto entre las dos es el nivel freático. Las rocas porosas y permeables que almacenan y transmiten el agua se llaman acuíferos.

De acuerdo con el grado de confinamiento del agua que contienen, los acuíferos se clasifican en cuatro tipos: Acuíferos libres, freáticos o no confinados, Acuíferos confinados o artesianos, Acuíferos semiconfinados y Acuíferos semilibres.

### **3.7 Aguas sub superficiales.**

#### **3.7.1 Manantiales.**

Los manantiales pueden ser de filtración, fisura o tubulares según los intersticios de donde proviene el agua, de gravedad o artesianos según su origen.

La captación se puede hacer mediante cajas cerradas de concreto reforzado o mampostería de piedra o tabique, el agua se debe extraer solamente con una tubería que atraviese la caja y esta lleva una tapa movable o registro, no se requiere ventilación. Se debe excavar la superficie para encontrar las verdaderas salidas del agua, procurando que la entrada del agua a la caja de captación se efectuó lo más profundo posible, se le debe dotar a la caja de un vertedero.

Dependiendo de si el manantial es de ladera (filtración o tubular) o de piso (fisura), se le tiene que proteger por medio de cunetas que intercepten los escurrimientos superficiales. Se recomienda que estas cunetas se excaven a una distancia de 10 m de los manantiales.

### **3.8 Aguas superficiales.**

El agua superficial está constituida por ríos, lagos, embalses, arroyos, etc., la calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros.

En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características fisicoquímicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido en caso de que no atiendan a los requerimientos de calidad para consumo humano.

### **3.9 Obras de captación.**

Un sistema de captación de agua potable es una obra de ingeniería destinada básicamente para asegurar la cantidad de agua necesaria en el suministro de una población. En donde la procedencia del agua puede ser fluvial o subterránea.

#### **3.9.1 Obras de captación para aguas subterráneas y subsuperficiales.**

El agua subterránea constituye importantes fuentes de abastecimiento, el agua extraída generalmente no requiere un tratamiento complicado y las cantidades son abundantes y más seguras.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos correspondientes.

Las obras de captación para este tipo de agua son:

- **Manantiales**
- **Pozos**
- **Galerías filtrantes**

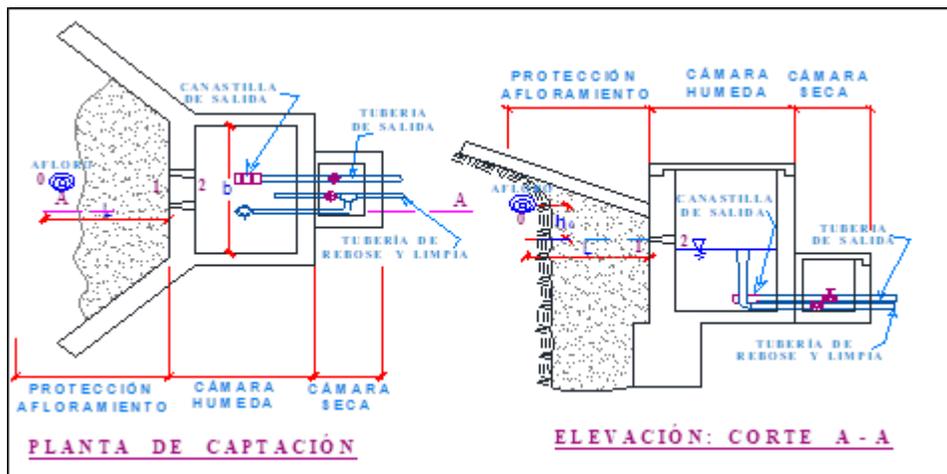
### 3.9.2 Captación de manantiales.

Para la elección y ubicación de una obra de captación, es necesaria la realización de un reconocimiento sanitario, conjuntamente de la recolección de los datos iniciales desde el punto de vista de ingeniería, cubriendo la explotación de la fuente dada y su capacidad para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

Los manantiales se clasifican por su ubicación y su afloramiento. Por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso.

En el caso de este proyecto es un manantial de ladera ilustración 3.

*Ilustración 3 Manantial de ladera*



### 3.10 Línea de conducción

Se denomina línea de conducción a las partes del sistema que son constituidos por ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de abastecimiento al punto de su

almacenamiento u otro sitio donde se realiza algún tratamiento previo a su distribución.

Es el conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión, desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio donde será distribuido.

Las líneas de conducción de agua se calculan siguiendo varios procedimientos existentes. Su diseño en general consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga, a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Las pérdidas de carga, se obtienen aplicando las ecuaciones de Darcy Weisbach, Scobey, Hazen Williams. Se pueden presentar dos condiciones de operación de la tubería, por bombeo o gravedad.

#### 3.10.1 Línea de conducción por gravedad.

Para que se utilice la distribución por gravedad, es necesario que la fuente de suministro sea un lago o un embalse, este situado en algún punto elevado respecto a la ciudad, de manera que pueda mantenerse una presión suficiente en las tuberías principales. Este método es el más aconsejable si la conducción que une la fuente con la ciudad es de tamaño adecuado y está bien protegida contra roturas accidentales.

Cuando las condiciones de terreno o el gasto necesario del suministro de agua no permiten el diseño de la línea de conducción por gravedad, se utiliza el de bombeo.

### **3.11 Tanque de almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento son un elemento esencial en todo sistema de abastecimiento de agua potable de una población, el propósito fundamental de estos es proveer una cantidad adecuada en las demandas máximas observando el aspecto económico y capacidad suficiente.

Es la parte del sistema de abastecimiento que permite enviar un gasto constante desde la fuente de abastecimiento y satisfacer las demandas de agua que son

variables en la población. Estos tanques se construyen con el objeto de no suspender el servicio por alguna reparación o algún imprevisto como un incendio, ya que se acumula el agua cuando la demanda es menor que el gasto de llegada y dicha agua es utilizado cuando la demanda es mayor en la red de distribución.

### **3.11.1 Tipos de tanque de almacenamiento.**

Las principales categorías de tanques de almacenamiento se dividen en superficiales, columnas reguladoras y elevados.

### **3.11.2 Tanques superficiales.**

Son depósitos que se construyen a nivel del suelo o balanceando cortes y rellenos, sus paredes pueden construirse con mampostería de piedra o concreto reforzado con su interior revestido con material impermeabilizante.

## **3.12 Red de distribución**

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

Este grado de satisfacción tiene un elevadísimo número de componentes, unos medibles y otros no, y entre los que podemos destacar la calidad, el caudal, la presión, la continuidad del suministro y el precio.

Las redes de distribución de agua se estructuran según el tipo de función que desempeñan y que tienen una relación directa con la serie decreciente de los diámetros con el fin de ajustarse a la distribución de consumos, a la reducción de pérdidas de carga, hacer frente a situaciones imprevistas y a reducir el costo.

Los niveles en los que se clasifican son:

- Las conducciones de Aducción: son las grandes arterias de transporte que recogen el agua desde los puntos de captación o tratamiento y llegan hasta la zona urbana.

- **Distribución Urbana:** Es la que toma el agua de la aducción directamente o de los diferentes depósitos reguladores (cabecera, intermedio o cola) y la distribuye entre todos los puntos de consumo.
- **Por ultimo las acometidas:** son las que partiendo de la derivación de la tubería general suministran al cliente.

Las redes de distribución en general o bien según su función o localización por áreas pueden ser de dos tipos: Ramificada y Mallada.

### **3.13 Tipos de redes**

#### **3.13.1 Red ramificada.**

Es aquella red que va uniendo los diferentes puntos de consumo con única tubería. En el tipo ramificado de red de distribución, la estructura del sistema es similar a un árbol. La Línea de alimentación o troncal es la principal fuente de suministro de agua, y de ésta se derivan todas las ramas.

#### **3.13.2 Red mallada.**

Es la red que va formando cuadrículas, consiguiéndose que cada punto de consumo tenga más de una vía de flujo.

El rasgo distintivo del sistema en malla es que todas las tuberías están interconectadas y no hay terminales.

Elementos que integran una red de distribución de agua:

- Tuberías
- Depósitos
- Elevadoras
- Otros elementos singulares.

### **3.14 Métodos de diseño de redes de abastecimiento de agua potable**

### 3.14.1 Método de Hardy Cross

El método de Hardy Cross es un método iterativo que parte de la suposición de los caudales iniciales en los tramos, satisfaciendo la Ley de Continuidad de masa en los nudos, los cuales corrige sucesivamente con un valor particular, Q, en cada iteración se deben calcular los caudales actuales o corregidos en los tramos de la red. Ello implica el cálculo de los valores de R y f de todos y cada uno de los tramos de tuberías de la red.

El método de aproximaciones sucesivas de Hardy Cross está basado en el cumplimiento de dos principios o leyes.

- Ley de continuidad de masa en los nudos.
- Ley de conservación de la energía en los circuitos.

En dicho proceso se emplea la fórmula de resistencia de Hazen-Williams, que se expresa a continuación:

$$v: 0.355CD^{0.63}S_f^{0.54}$$

*Ecuación 1*

Donde:

V: la velocidad en metros por segundo.

D: el diámetro de los tubos en metros.

Sf: la pérdida de carga unitaria (por metro de tubería).

C: un coeficiente que depende del material.

De la sustitución de esa fórmula en la ecuación de continuidad:

$$Q: A * V$$

*Ecuación 2*

$$Q: \frac{\pi * D^2}{4} * V$$

*Ecuación 3*

Donde:

A: es el área hidráulica en metros cuadrados.

Sf: pérdidas por fricción.

Q: es el caudal en metros cúbicos por segundo.

Sustituyendo resulta:

$$Q: 0.2785CD^{0.63}S_f^{0.54}$$

*Ecuación 4*

### **3.15 Herramientas de diseño (sistemas informáticos de diseño)**

Son un conjunto de elementos organizados para llevar a cabo algunos métodos, procedimientos o control mediante el proceso de información:

Software, son programas de computadora, con estructuras de datos y su documentación, que hacen efectiva la logística metodológica de los requerimientos del programa.

Existen diferentes herramientas de diseño entre ellos se tiene, el LOOP, Civil CAD y EPANET.

### **3.16 Modelación hidráulica en EPANET**

Es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red, durante un determinado periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo.

Está diseñado para ser una herramienta de desarrollo en el aumento del conocimiento, relacionado con el movimiento y el destino de los constituyentes del agua en una red de distribución.

### **3.17 Tratamiento de agua potable**

Un sistema de abastecimiento de agua debe de proveer a la población una buena calidad de agua desde el punto de vista físico, químico, biológico y bacteriológico. En función de las características cualitativas del agua que provienen de los manantiales, se procede a la depuración del agua en instalaciones denominadas “Estaciones de depuración”. Los análisis químicos, físicos y bacteriológicos del agua de las fuentes abastecedoras son los que determinan o no la necesidad de someter esa agua a procesos correctivos a fin de garantizar una buena calidad de esta.

Los procesos son determinados en función de los patrones de potabilidad internacionalmente aceptados para el agua de abastecimiento público. Con base a inspecciones sanitarias junto con resultados representativos de exámenes y análisis que cubren un período razonable de tiempo. Dichos procesos tienen como objetivo diferentes finalidades entre las cuales se describen a continuación:

- Finalidades higiénicas: remoción de bacterias; eliminación o reducción de sustancias tóxicas o nocivas; reducción del exceso de impurezas; reducción de porcentajes elevados de compuestos orgánicos, alga, protozoarios y otros microorganismos.
- Finalidades estéticas: corrección del color, turbiedad, olor y sabor.

Finalidades fisicoquímicas: reducción de la corrosividad, dureza, turbiedad, hierro, Manganeseo, olor y sabor.

### **3.18 Análisis de calidad de agua**

Para conocer la calidad del agua, se practican análisis Físico químico y Bacteriológico para determinar la calidad del agua para fines de consumo humano, investigando si esta contiene sustancias toxicas o algún tipo de bacteria que pueda afectar la salud de la población a ser beneficiada y poder establecer alternativas técnicas para su potabilización.

### **3.19 Cloración**

La desinfección del agua es una medida con carácter correctivo o preventivo para garantizar la calidad del agua desde el punto de vista de la salud pública. Los productos normalmente utilizados para la desinfección de agua del abastecimiento público son:

- Cloro (cloro gas o cloro líquido).
- Hipocloritos de sodio Na (Cl O) y calcio Ca (Cl O).  
Cal clorada (Ca O Cl).

### **3.19.1 Hipoclorito de calcio**

#### **✓ Características técnicas**

El clorador CTI-8 controla con exactitud el contacto entre el agua que fluye y las tabletas de cloro compuestas por hipoclorito de calcio al 75%. La tableta se va disolviendo a una tasa establecida para obtener la dosis apropiada de cloro en el agua.

#### **✓ Clorador CTI-8**

Una solución simple, efectiva y económica para desinfectar los sistemas de agua rurales, desinfecta continuamente el agua en los sistemas que fluyen por gravedad, es de bajo costo, no usa electricidad, y sólo requiere mantenimiento mínimo. Capaz de administrar una dosis constante de cloro para el control de organismos patógenos en los sistemas rurales comunitarios de agua potable.

No requiere electricidad, sin partes movibles, requiere poco mantenimiento, operación sencilla, fácil de entender. CTI-8 no requiere presión para elevar el agua dentro del tubo de tabletas, como lo hacen otros Cloradores. Desinfecta sistemas con un rango variable de flujos de agua. Dosifica el cloro exactamente de dos maneras. La tableta se disuelve progresivamente a través de dos controles:

1. Controlando la cantidad de agua que fluye dentro del CTI-8.
2. Controlando la posición del tubo que contiene las tabletas.

3. El clorador es confiable, mantiene las tabletas secas, hasta su uso, la integridad de las tabletas se mantiene para asegurar una consistente dosificación de cloro y se opera a bajo costo.

El CTI-8 simplemente se agrega a la línea de entrada de agua, debe instalarse a la entrada de agua en el tanque de distribución y encima del mismo. Requiere que la presión sea baja o ninguna, esto asegura que el nivel del agua en el tubo no se levante por encima de las tabletas en él almacenadas.

Idealmente, el CTI-8 debe instalarse dentro de una caja protectora contra daños y contra el acceso sin autorización por otras personas. La concentración de cloro libre debe controlarse frecuentemente, al menos 1 vez por semana, para ajustar la unidad tanto a la instalación como periódicamente durante el uso. Para asegurar la cloración exitosa y continua del agua potable de la comunidad, Self Help International proveer de tabletas de cloro a los CAPS que tengan instalado el clorador CTI-8 en su sistema de acueducto rural.

### **3.20 Costo y presupuesto**

Es el que proporciona conocimientos y análisis profundos para una eficiente estimación, formulación del presupuesto y control de costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, desde su planificación inicial hasta la puesta en marcha.

La viabilidad de construcción de los sistemas de agua potable es de vital importancia, ya que si los costos de elaboración del proyecto son demasiado altos, el sistema no sería sostenible, debido a que los usuarios del servicio no tendrían la capacidad económica de optar al mismo.

# **CAPÍTULO IV**

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

## **IV DISEÑO METODOLOGICO**

Para llevar a cabo el proyecto del “Reemplazo del sistema de agua Never Oporta”, se hizo uso de las Normas NTON 09 003 – 99 Norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del Agua, del INAA.

El objetivo principal es sustituir de manera parcial el sistema actual, debido a que su vida útil termino, se propone sustituir por 2 razones, mucho de los tramos están en terrenos privados lo cual dificulta la reparación de algún daño parcial y hay sectores que no cumplen los parámetros indicados por las normas en cuanto a las presiones.

### **4.1 Estudios básicos**

#### **4.1.1 Recolección de información existente.**

Dentro de los estudios básicos que se llevaron a cabo para la realización del presente proyecto, se efectuaron visitas a instituciones como: ENACAL, y la Alcaldía del municipio de San Miguelito, con propósito de recopilar información elemental del sitio en estudio.

En lo que respecta a los estudios básicos ejecutados se realizaron: inspección física del sistema actual, levantamiento topográfico.

#### **4.1.2 Inspección física y catastro del sistema de agua potable existente.**

Mediante investigaciones en el sitio se revisó la caracterización de la forma de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, tratándose de un sistema Fuente-Tanque-Red, el cual consta con un manantial como fuente de abastecimiento de agua, dicha fuente se abastece de las aguas subterráneas del valle de la comunidad, esta obra de captación dispone de 3 cajas de captación, la cual impulsa el agua a través de una línea de conducción de tubería

PVC, hasta los tanques de almacenamiento ubicados en las zonas elevadas de la comunidad.

Una vez el agua llega hasta el tanque de almacenamiento, se suministra a la población a través de la red de distribución, esta red está compuesta por tuberías PVC, accesorios como válvulas, codos, uniones, etc.

Es importante mencionar que el estado físico de la mayor parte de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable (tuberías, accesorios, tanques de almacenamiento), se encuentran en buen estado de conservación, esto gracias a la cooperativa que constantemente realiza mantenimiento al sistema.

#### **4.1.3 Censo de población y estudio socioeconómico.**

Se realizó un censo con duración aproximadamente de 1 mes. Iniciando desde el 12 de agosto y finalizando el 10 de septiembre del 2019, y una encuesta socioeconómica casa a casa, que sirvió para poder adoptar las técnicas y tecnologías constructivas, que fueron de gran ayuda en el proceso de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable que favorece a la comunidad.

#### **4.1.4 Levantamiento topográfico.**

Se efectuó un levantamiento topográfico (Planimétrico y altimétrico), del sistema de abastecimiento de agua potable en colaboración de las personas encargadas de administrar el sistema de agua actual mente y Alcaldía Municipal de San Miguelito, dicho levantamiento se realizó con una estación total Topcon modelo 239-W orientados con 1 coordenadas, partiendo de una coordenada obtenida de un GPS.

El levantamiento de la línea de conducción se realizó con estacionamientos a cada 10 m, en el cual se hizo sobre la línea de conducción existente y posteriormente con puntos obligados se calcularon las coordenadas y las elevaciones ubicadas en las bandas izquierdas, derechas, centrales hasta llegar a la pila de almacenamiento existente.

#### 4.1.5 Aforo y análisis de calidad del agua.

Se realizó dos aforos en la fuente uno en período seco y otro en período lluvioso y análisis de calidad del agua de forma puntual. (Ver resultados en Anexo 1)

El procedimiento de cálculo del aforo realizado fue de tipo volumétrico, que consistió en dividir el volumen de agua recogido en un depósito por el tiempo (en segundos) que demoró en llenarse. El resultado expresa el caudal medido en litros por segundo.

La metodología de aforo es siguiente:

- En la obra de captación se encuentra 3 cajas de registro, con diferentes dimensiones Caja N°1 y N°2 con dimensiones de 0.84 X 0.84 X 0.84 m y la caja N°3 con dimensiones de 0.68 X 0.68 X 0.68 con aliviadero circular (tubería de 2 pulgadas) en el cual sirve para medir la cantidad de flujo que ofrece la fuente.
- Se utilizó una cubeta de plástico graduada.
- Durante el llenado de la cubeta se midió el tiempo, dato que sirvió para calcular el caudal, este proceso se repitió 10 veces y a través de ello se determinó la media aritmética.

Para el cálculo del caudal se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\text{Volumen}(m^3)}{\text{Tiempo}(seg)}$$

*Ecuación 5*

Para el cálculo del caudal promedio se utilizó la media aritmética la cual consiste en sumar todos los caudales calculados divididos entre el número de veces que se realizó el ensayo, para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

$$Q_{prom} = \frac{\sum Qi}{N^{\circ} Veces}$$

*Ecuación 6*

## **4.2 Estudios de gabinete**

Se estableció el tipo de sistema de abastecimiento de agua potable como un Mini Acueducto por Gravedad (MAG), del orden Fuente-Tanque-red (F-T-R). Con los datos de población actualizados, obtenidos de censo realizado en colaboración de la Alcaldía Municipal de San Miguelito, se estimó la tasa de crecimiento poblacional que se utilizó en el cálculo de la población futura en un periodo de diseño de 20 años.

De acuerdo con las necesidades expresadas por la población, se profundizó significativamente en la revisión del estudio de las condiciones hidrogeológicas y de calidad de agua, tomando en cuenta el aprovechamiento óptimo de la fuente de abastecimiento disponible.

Para el reemplazo del sistema se tomó en consideración:

- El aprovechamiento de los elementos existentes tales como: Fuente de abastecimiento, línea de conducción, red de distribución y tanques de almacenamiento, En caso de no resultar funcional las estructuras existentes, diseñar los elementos del sistema proponiendo alternativas de solución.
- Seleccionar la alternativa técnica y económica para la red de distribución, de acuerdo con el análisis hidráulico del sistema, simulado en EPANET, y costos del proyecto.
- Calcular costos del proyecto para la alternativa seleccionada.

Elaboración de planos de diseño final del sistema.

## **4.3 Criterios de diseño empleados**

Con los datos poblacionales, obtenidos del censo realizado en colaboración de la Alcaldía Municipal de San Miguelito, y los estudios básicos realizados, para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Never Oporta de San Miguelito, se adoptaron los criterios de diseño establecidos en:

- ✓ NTON 09001-99 Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural.
- ✓ NTON 09003-99 Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua (Sector Urbano).

Los criterios para utilizados son los siguientes:

#### 1.3.1 Estudio y proyección de la población.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizó a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento poblacional de la zona rural de la comunidad Never Oporta, establecido por la Alcaldía Municipal de San Miguelito.

Para la determinación de las poblaciones futuras se usó el método geométrico.

#### 1.3.2 Método geométrico.

Es uno de los métodos más utilizados en Nicaragua y es aplicable a zonas que no han alcanzado un desarrollo urbano, como es la comunidad de Never Oporta. Para la aplicación de este método hay que comenzar por calcular la tasa de crecimiento poblacional ( $rg$ ), tomando como punto de partida los censos poblacionales obtenidos

#### 4.3.1 Tasa de Crecimiento poblacional.

La tasa de crecimiento para proyectar la población se realizó mediante los datos de los censos poblacionales de INIDE del año 1995 y 2005 a través del método geométrico.

$$rg: \left[ \left( \frac{pf}{po} \right)^{1/n} - 1 \right] * 100$$

*Ecuación 7*

Las Normas Rurales del INAA estipulan que ninguna localidad tendrá una tasa de crecimiento mayor del 4%, ni menor del 2.5% y, si el promedio de la proyección de

la población es menor del 2.5%, la proyección se calculó en base al 2.5% de crecimiento anual.

#### 4.4 Población de diseño por cada año

$$P: P_2 * (1 + rg)^n$$

*Ecuación 8*

Donde:

$P$ : Población Futura

$P_2$ : Es la Población actual o anterior

$rg$ : Tasa de Crecimiento Geométrico.

#### 4.5 Dotación y Consumos de agua

##### 4.5.1 Dotación

Para sistemas de abastecimientos de agua potable por medio de conexiones domiciliarias, de acuerdo con las normas técnicas de abastecimiento de agua para zonas rurales (NTON 09002-99 INAA), se asignó un caudal de 60 lppd.

Para determinar el caudal de diseño se tomó como referencia los parámetros de las normas NTON (09003-99 INAA), según tipo de consumo en la comunidad, cantidad de población proyectada para un periodo de diseño de 20 años.

##### 4.5.2 Dotación según normas sector Rural.

Según la norma establecida por el INAA para conexiones domiciliarias, para determinar las cantidades de agua que se requieren para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, recomiendan usar los valores de consumo medio diario presentados en tabla 2. A continuación:

*Tabla 2 Dotación según Nivel de Servicio*

Nivel de servicio	Dotaciones de agua (rurales)
Conexión de patio	50 l/hab/día - 60 l/hab/día
Pozo excavado	20 l/hab/día - 30 l/hab/día
Pozo perforado	20 l/hab/día - 30 l/hab/día
Puesto público	30 l/hab/día - 30 l/hab/día

Fuente: Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural – INAA

#### 4.5.3 Fuente y Obra de captación (Manantial).

La fuente de abastecimiento de agua se continuará utilizando el Manantial, el cual se encuentra en uso, ubicado a 1 km de la comunidad Never Oporta en la parte este del área rural de la misma.

##### 4.5.3.1 Caudal de diseño.

- a) Los datos de aforo corresponden con el caudal al final del período seco de la zona y se tomó como base para el diseño y además el mínimo valor obtenido.
- b) El caudal crítico de producción de la fuente es igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño.

##### 4.5.3.2 Determinación del ancho de pantalla.

Para determinar el ancho de la pantalla, es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

Se sabe que:  $Q_{\max} = v_2 \times Cd \times A$

$$A = \frac{Q_{\max}}{v_2 \times Cd}$$

Despejando:

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

Donde:

Gasto máximo de la fuente:  $Q_{\text{máx}}$ : l/s

Coefficiente de descarga:  $C_d$ : 0.80 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad:  $g$ :  $9.81 \frac{m}{s^2}$

Carga sobre el centro del orificio:  $H$ = (Valor entre 0.40m a 0.50m en la entrada a la tubería)

$$v_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$$

Velocidad de paso teórica:

Velocidad de paso asumida:  $v_2$ = (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad \text{Determinamos el número d orificios en la pantalla:}$$

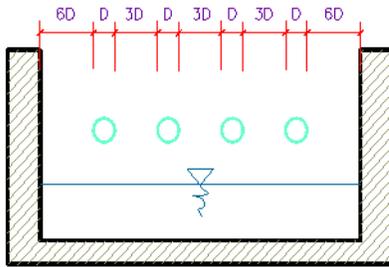
$$N_{ORIF} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{ORIF} = \left( \frac{Dt}{Da} \right)^2 + 1$$

*Ecuación 9*

Ancho de la pantalla:  $b$ :  $2(6D) + N_{orif} \times D + 3D(N_{orif} - 1)$ .

Ilustración 4 Pantalla en la caja de captación.



#### 4.5.3.3 Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara.

La distancia entre el afloramiento y la captación

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

$$H_f = H - h_o$$

*Ecuación 10*

Donde:

H: Carga sobre el centro del orificio

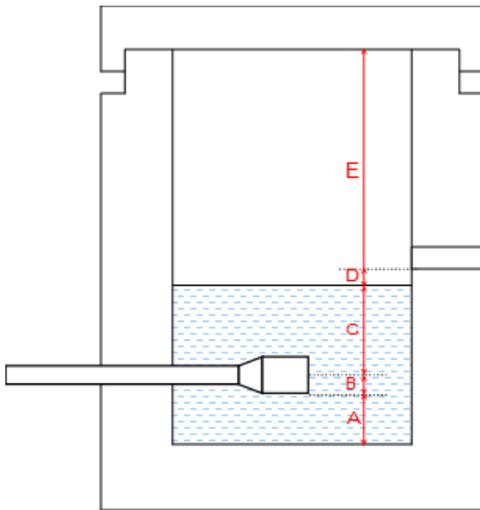
Ho: Pérdida de carga en el orificio

Hf : Pérdida de carga afloramiento

#### 4.5.3.4 Cálculo de la altura de la cámara.

Para determinar la altura total de la cámara húmeda (Ht), se considera los elementos identificados que se muestran en la Fig. 5

La altura total: Ht : A + B + C + D + E



Donde:

- A. Altura mínima para permitir la sedimentación de arena. Se considera una altura de 10cm.
- B. Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- C. Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).
- D. Borde libre (se recomienda mínimo 30cm).
- E. Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm.

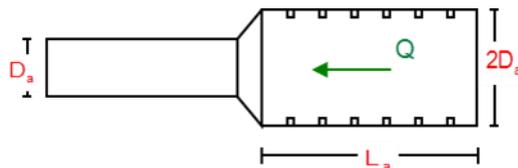
$$Q: m^3/s, A: 0$$

*Ecuación 11*

#### 4.5.3.5 Dimensionamiento de la canastilla.

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras ( $A_t$ ) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que la longitud de la canastilla ( $L$ ) sea mayor a  $3DC$  y menor de  $6DC$ .

*Ilustración 5 Dimensionamiento de canastilla*



#### 4.5.3.6 Diámetro de la canastilla.

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción:

$$D_{canastilla} : 2 \times D_a$$

#### 4.5.3.7 Longitud de la canastilla.

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a  $3D_a$  y menor que  $6D_a$ :

Siendo las medidas de las ranuras:

Ancho de la ranura : 5 mm (medida recomendada)

Largo de la ranura : 7 mm (medida recomendada).

#### 4.5.3.8 Área Total de ranuras.

El área total de las ranuras ( $A_{TOTAL}$ ):

$$A_{TOTAL} : 2A$$

El valor de A total debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

*Ecuación 12*

Dónde: Diámetro de la granada:  $A_{TOTAL} < A_g$  OK!

#### 4.5.3.9 Número de ranuras.

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}}$$

#### 4.5.4 Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpieza.

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

*Ecuación 13*

Donde:

Gasto máximo de la fuente:  $Q_{\text{máx}}$  : l/s

Perdida de carga unitaria en m/m:  $h_f$ : 0.015m/m (valor recomendado)

#### 4.5.5 Línea de conducción por Gravedad.

##### 4.5.5.1 Caudal de Diseño

La línea de conducción se diseñó para una capacidad igual al consumo por día, de máximo consumo, para fines del período de diseño, asumiendo que la red trabaja 24 horas al día.

A continuación, calculamos las pérdidas en la tubería y para realizar este cálculo utilizaremos la fórmula de Hazen – William.

$$hf: 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}$$

$$V : 0.355 * C * D^{0.63} * S^{0.54}$$

*Ecuación 14*

hf: Pérdidas de carga en metros

C: Coeficiente según material de tubería a utilizar (adimensional)

L: Longitud de la tubería (m)

D: Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s).

S : gradiente hidráulico, donde S= hf/L

#### 4.5.6 Velocidad

Se permitieron velocidades de flujos línea de conducción entre 0.4 m/s y 2.0 m/s, y se calcularon a través de la fórmula de continuidad y ayuda del programa EPANET:

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

*Ecuación 15*

Dónde:

V: Velocidad (m/s).

A: Área de la sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>).

Q: Caudal (m<sup>3</sup>).

#### 4.5.7 Golpe de ariete

Así mismo, se hicieron las consideraciones técnicas necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

$$4.5.8 \quad \Delta H: \frac{CV}{g}$$

*Ecuación 16*

Dónde:

$\Delta H$ : Sobrepresión o Golpe de Ariete (m).

V: Velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s).

g: Aceleración de la Gravedad (m/s<sup>2</sup>).

Cálculo de la Celeridad

$$C: \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{D}{e}}}$$

*Ecuación 17*

Considerando  $C \leq 1000$  m/s.

Dónde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: espesor de la tubería (m).

k: 18.

Cálculo del Coeficiente K, que tiene en cuenta los módulos de elasticidad

*Tabla 3 Coeficientes de materiales de tuberías (K)*

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro Fundido	1
Concreto	5
Asbesto- cemento	4.4
Plástico	18

Fuente: Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural – INAA.

#### **4.6 Red de Distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos ramificados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos.

El diseño se ha realizado para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, se deberá considerar los aspectos siguientes:

- Se diseñó para la condición del consumo máxima hora al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor 2.5 al consumo promedio diario (CMH = 2.5 CPD + pérdidas).
- En este caso se verificó las presiones o rangos de presiones mínimas de operación que debe de satisfacer la red de distribución.
- En la red se recomendaron válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

- El caudal correspondiente al consumo máximo diario es conducido hacia el tanque de almacenamiento. La red demandara del tanque el consumo de máxima. El tanque trabajará con una altura que permitirá dar presiones residuales mínimas establecidas en todos los puntos de la red.

#### 4.7 Selección de la clase de tubería a emplear

La selección de la clase de tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía, **Ver tabla 4.**

*Tabla 4 selección de tubería*

SDR	Presión de Trabajo		
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(psi)	(m.c.a)
<b>13.5</b>	22.4	320	224
<b>17</b>	17.5	250	175
<b>26</b>	11.2	160	112
<b>32.5</b>	8.8	125	88

Fuente: Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Como resultado de los estudios de campo, se dispuso de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales etc. Permitted determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC), más conveniente.

En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se hizo selección de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes.

#### 4.8 Diámetro

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas desde el punto de vista económico.

Definidas las clases de tuberías y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de dispositivos

reductivos de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución debe ser al menos de 2 pulgadas (50mm), aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se va a producir un aumento de densidad de población, el diámetro mínimo debe ser de 1 ½" pulgadas (38 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

#### 4.8.1 Presiones máximas y mínimas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento la norma INAA recomienda que las presiones se mantengan en los valores siguientes:

- Mínima: 5m.
- Máxima: 50m.

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda en línea de conducción mantener una presión estática máxima de 50 m.

#### 4.8.2 Coeficiente de Rugosidad Hazen Williams

Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen-Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos, **Ver tabla 5.**

Material del conducto	Coefficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (HO. GO)	120
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (HO. FO)	130
Tubo plástico	150

Fuente: Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural – INAA.

#### 4.8.3 Velocidades permisibles en tuberías

Las velocidades recomendadas del flujo en los conductos son para evitar erosión de las paredes del conducto o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

- Velocidad mínima: 0.40 m/s
- Velocidad máxima: 2.00 m/s

Excepto donde las tuberías son existentes con diámetros mayores (demasiada capacidad), y no se logre alcanzar la velocidad mínima y cuando se necesitan menores pérdidas en la línea para poder alcanzar la presión residual en los puntos críticos (altos).

#### 4.8.4 Coberturas de tubería

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de las tuberías y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 m sobre la corona del tubo.

#### 4.8.5 Pérdidas de agua en el sistema.

Para el rediseño de este acueducto se consideraron unas pérdidas equivalentes a un 20% del consumo promedio diario.

## **4.9 Tanque de almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento diseñado se adaptan a las condiciones y parámetros que se tomaron en cuenta para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la Comunidad Never Oporta, Municipio de San Miguelito.

La capacidad del tanque de almacenamiento las condiciones siguientes:

### **4.9.1 Capacidad mínima.**

#### **4.9.1.1 Volumen compensador**

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo se estimó en 15% del consumo promedio diario.

#### **4.9.1.2 Volumen de reserva**

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimó igual al 20% de consumo promedio diario.

## **4.10 Ubicación del tanque**

La ubicación del tanque se determinó principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicios; estas presiones están limitadas por las normas, dentro de un rango que pueda satisfacer las condiciones más desfavorables una presión mínima y máxima por razones económicas. A demás el tanque debe de estar situado lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar.

## **4.11 Tratamiento**

Para proteger la calidad del agua, presente y futura, se tomó en cuenta los parámetros y concentraciones máximas permisibles según Normas OMS y CAPRE.

La desinfección se aplicará con el fin de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades relacionadas con el agua.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación.

#### 4.11.1 Costo y presupuesto.

En lo que corresponde al costo y presupuesto se tomaron en cuenta los aspectos que conciernen a los resultados que obtuvimos tras la revisión de todo el sistema.

Se calcularon todos los costos de las obras a realizar para la ampliación y mejoramiento del sistema.

El formato en que presentamos el costo y presupuesto es el utilizado en el catálogo de etapas según el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).

#### 4.11.2 Elaboración de informe final.

Se realizó el informe final con los resultados obtenidos de manera escrita y de forma detallada concisa y dentro de una estructura lógica.

### 4.12 Análisis del sistema de agua propuesto

#### 4.12.1 Conceptualización del Proyecto

Debido a que la red de abastecimiento de agua potable de la comunidad Never Oporta, municipio de San Miguelito, departamento de Rio San Juan, su vida útil ha terminado, se plantea el mejoramiento parcial del sistema con el análisis de una propuesta la cual utiliza el sistema tipo Fuente - Tanque - Red, utilizando, por conveniencia, los elementos del sistema actual que funcionen en la implementación de las propuestas.

**Propuesta: Fuente - Tanque – Red: Ampliación de red de distribución, e instalación de micro medidores:** el agua extraída del Manantial, será transportada mediante la línea de conducción, que tiene una longitud total de 1,394.15 m, con diámetro de 3”, esta será almacenada en tanques de concreto y después pasará a

la red de distribución por medio de gravedad con el propósito de obtener mayor presión y logre abastecer el 100% de la población, además ampliar la red de distribución cerrando algunos nodos con tubería PVC, con una longitud total de 3,287.17 metros de tubería nueva a instalar, de igual manera se instalarán micro medidores de bronce protegido con cajas de polipropileno, la cantidad de 291 micro medidores, para tener un control del consumo de agua y el pago de la misma.

#### **4.13 Cálculo de campo**

##### **4.13.1 Fase exploratoria.**

Se realizaron visitas de campo al lugar para una debida inspección de los elementos del sistema y localización de estos.

##### **4.13.2 Recopilación de datos.**

Se visitaron instituciones como Alcaldía Municipal de San Miguelito, Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), para obtener información necesaria sobre el sitio, documentación de la caracterización de la zona, datos generales del sistema de abastecimiento de agua potable existente, entre otros aspectos generales.

##### **4.13.3 Evaluación Socioeconómica y Censo Poblacional.**

Se realizaron varias visitas a la comunidad Never Oporta, se reunió con directivos de la cooperativa La Manantial R.L, para informar los objetivos del proyecto. Nosotros realizamos en el 2019, un censo poblacional al 100% de las viviendas en las comunidades a ser beneficiadas, determinando la población por grupos de edad y sexo.

##### **4.13.4 Información Topográfica.**

Se realizó un levantamiento topográfico partiendo de 1 punto, através de gestiones en la alcaldía del municipio de San Miguelito, se obtuvo información topográfica de la Comunidad Never Oporta, dicha información fue actualizada con el levantamiento realizado (calles, curvas de nivel, planimetría y altimetría), donde se anexó a la población que no estaba incluida en el proyecto anterior, además se realizó un

reconocimiento de la zona de estudio, constatándose la veracidad de la información obtenida.

#### 4.13.5 Análisis de la calidad de agua de la fuente.

Los aforos realizados en el 2019, en colaboración de la cooperativa la Manantial, demuestran que la fuente tiene suficiente caudal para implementar el proyecto al final del periodo de diseño.

Los análisis de la calidad de agua realizados a la fuente, por laboratorios certificados en el año 2019, demuestran lo siguiente:

- Análisis fisicoquímico

En los resultados del análisis realizado a la fuente de abastecimiento de agua de la comunidad Never Oporta, se presentan valores del ensayo realizado para diferentes parámetros, haciendo referencia a valores máximos permisibles o recomendados por las Normas CAPRE; dentro de los valores más significativos en los resultados tenemos lo siguiente:

Turbiedad: 0.118 NTU. Es permisibles de acuerdo a las normas CAPRE El rango es: 5

Hierro total: 0.007 mg/lts. Es permisibles de acuerdo a las normas CAPRE El rango es: 0.3

Bacterias: coliformes total: Negativo

Coliforme fecal: Negativo

E.coli : Negativo

Salmonela: Negativo

Haciendo referencia al resto de parámetros analizados, se puede decir que estos se encuentran dentro del rango o valor máximo permisible recomendado por las normas antes mencionadas.

#### **4.14 Criterios para el análisis y cálculo hidráulico del sistema.**

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico, demanda diaria y horaria de la comunidad Never Oporta. El cálculo hidráulico se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Agua NTON 09003-99 y Diseños de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural NTON 09001-99. El análisis y cálculo hidráulico comprende:

##### **4.14.1 Demanda actual y futura del sistema.**

La comunidad Never Oporta tiene una población actual de 1,099 personas en el Año 2021), aplicando una dotación de 60 lppd, por cada habitante, se obtiene una demanda futura de 2.74 l/seg como CMD. Para la demanda futura se utilizó el método geométrico para proyectar el consumo actual a 20 años del periodo de diseño del sistema, se utilizó una tasa de crecimiento constante de 3.02 %, el cual resulta un consumo promedio diario total de 1.92 l/s aproximadamente, al final del periodo de diseño.

Se mejorará el servicio de agua potable pero seguirá siendo conexiones de patio.

##### **4.14.2 Dimensionamiento del depósito de captación**

El dimensionamiento de la captación está definido en base en la topografía del punto y del manantial existente, el cual seguirá siendo utilizado como fuente de abastecimiento.

##### **4.14.3 Dimensionamiento de la línea de conducción**

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se tomó como referencia principal la topografía general de comunidad, funcionalidad del sistema a proponer, inversión a incurrir y reutilización de los elementos existentes.

#### 4.14.4 Diámetro

La selección del diámetro se hizo según el análisis hidráulico, técnico-económico de la línea de conducción, para el cual, se basa en el caudal que transporta, el gradiente hidráulico y costos generales de instalación y uso de tuberías.

#### 4.14.5 Pérdidas hidráulicas

Para el análisis hidráulico se utilizó la ecuación de Hazen Williams, para el cálculo de las pérdidas a lo largo de todo sistema. Utilizando un coeficiente de Hazen Williams 150 para ductos PVC.

#### 4.14.6 Velocidad

En el análisis de la velocidad en las líneas de conducción y red de distribución según las Normas de Diseño De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable en el Medio Rural, NTON 09001-99 INAA establece un rango de 0.4 m/s a 2.0 m/s, el cual debe tomar en consideración en la simulación del diseño propuesto.

#### 4.14.7 Presión Residual

La presión residual es uno de los aspectos de mayor importancia en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, en nuestro país las normas nacionales de Diseños de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural NTON 09001-99, limitan las presiones residuales entre 5 a 50 mca.

### **4.15 Diseño de la Red de Distribución**

El dimensionamiento de la red, distribución de caudales y salidas en cada nodo, se presentan en los resultados del análisis hidráulico realizado utilizando el programa EPANET.

### **4.16 Tipo de Red**

Debido al mínimo grado de dispersión que presentan las viviendas de la comunidad en estudio, se optó por asignar una red del tipo mixta y semi abierta, la cual se adapta muy bien a la distribución de la población.

Se trabajó con un total de 38 tramos y 36 nodos distribuidos a todo lo largo y ancho de la comunidad, con el objetivo de abastecer el 100% de las viviendas.

#### **4.17 Demandas Nodales**

Las demandas nodales se calcularon en dependencia de la cantidad de habitantes en el área tributaria de un nodo, en el cual se consideraron datos como el nacimiento actual de personas en cada casa, la dotación, la tasa de crecimiento adoptada y el factor de consumo humano.

##### **4.17.1 Introducción y Procesamiento de Datos.**

El diseño de la red se realizó bajo dos tipos de análisis, consumo máximo horario y consumo máximo día, estos con el objeto de verificar que las presiones se mantengan dentro del rango permitido por las normas del INAA, que aseguren las presiones necesarias en cada nodo, así como proponer el tipo de tubería que se colocará o reutilizará, para garantizar que el agua llegue a todos los puntos de interés en la comunidad.

Los datos que se introdujeron para efectuar el análisis son:

- En los Nodos: Cota de elevación y la demanda base nodal.
- En los tramos: Diámetro y coeficiente de Rugosidad.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales, se puede proponer cambios de acuerdo a las necesidades requeridas en el análisis de simulación hasta obtener resultados satisfactorios.

#### **4.18 Estimación de costos o presupuestos de la obra**

A partir de los presupuestos estimados en las propuestas se dedujeron conclusiones acerca de la rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Se realizó un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamientos topográficos con el propósito de establecer una propuesta óptima y funcional en la solución de la problemática existente. Se proyectó el costo respectivo total de las etapas de la obra, ubicación, precio unitario y total.

# **CAPÍTULO V**

## **CÁLCULOS Y RESULTADOS**

## V CÁLCULOS Y RESULTADOS.

### 5.1 Resultados de censo y encuesta socioeconómica

Se realizó una encuesta socioeconómica propia con el objetivo de formar una visión más completa, detallada y precisa de las necesidades que deben ser cubiertas, y las afectaciones que tienen las mismas en el desarrollo del proyecto de consumo de agua potable.

### 5.2 Población

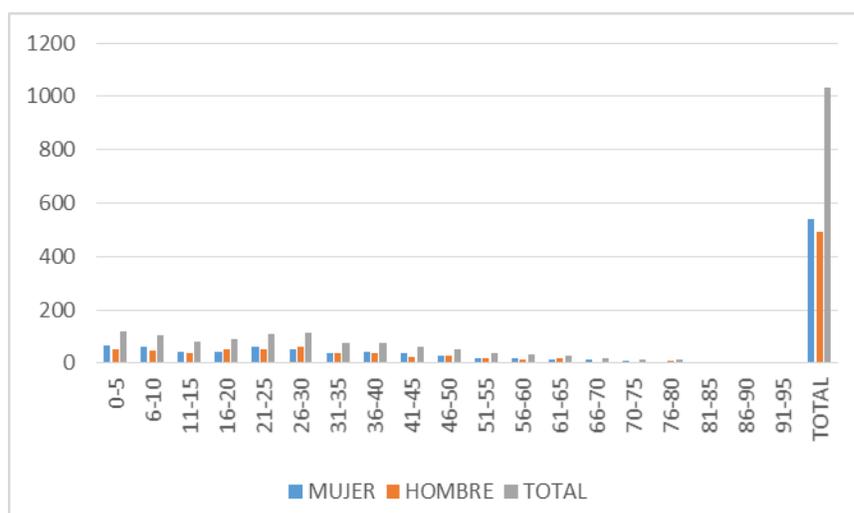
La población encontrada a partir de la encuesta realizada fue de 1032 habitantes en 291 viviendas, para un índice habitacional de 3.546 habitantes por casa. Ver tabla 6 y gráfico 1.

*Tabla 6 Población*

<b>CATEGORIA</b>	<b>MUJER</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>porcentaje</b>
<b>0-5</b>	66	53	119	11.53 %
<b>6-10</b>	59	45	104	10.08 %
<b>11-15</b>	44	38	82	7.95 %
<b>16-20</b>	40	52	92	8.91 %
<b>21-25</b>	60	50	110	10.66 %
<b>26-30</b>	54	60	114	11.05 %
<b>31-35</b>	35	39	74	7.17 %
<b>36-40</b>	40	35	75	7.25 %
<b>41-45</b>	37	23	60	5.81 %
<b>46-50</b>	26	27	53	5.14 %
<b>51-55</b>	17	18	35	3.39 %
<b>56-60</b>	17	15	32	3.1 %
<b>61-65</b>	14	16	30	2.91 %
<b>66-70</b>	11	5	16	1.55 %
<b>70-75</b>	8	6	14	1.36 %

CATEGORIA	MUJER	HOMBRE	TOTAL	porcentaje
81-85			0	0 %
86-90	3	2	5	0.48 %
91-95	4		4	0.39 %
<b>TOTAL</b>	<b>539</b>	<b>493</b>	<b>1032</b>	<b>100%</b>

Grafico 1 población



Fuente: Elaboración Propia

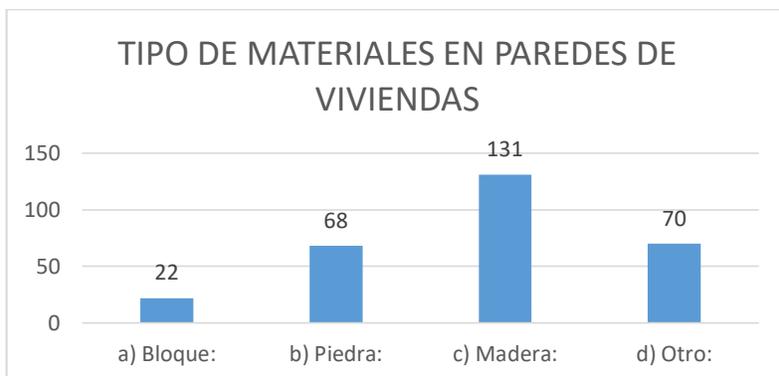
### 5.3 Vivienda y los diferentes tipos

Se contabilizaron 291 viviendas, de las cuales su construcción de paredes prevalece en un 3.09% de madera, seguido de 23.37% de piedra, un 34.02% de Tierra y el resto de otro tipo de materiales de 39.52 ver tabla 7 y gráfico 2

Tabla 7 Vivienda

Material paredes:	Opciones	Encuestados	porcentaje
	a) Bloque:	22	7.56
	b) Piedra:	68	23.37
	c) Madera:	131	45.02
	d) Otro:	70	24.05

Grafico 2 Vivienda



Fuente: Elaboración propia

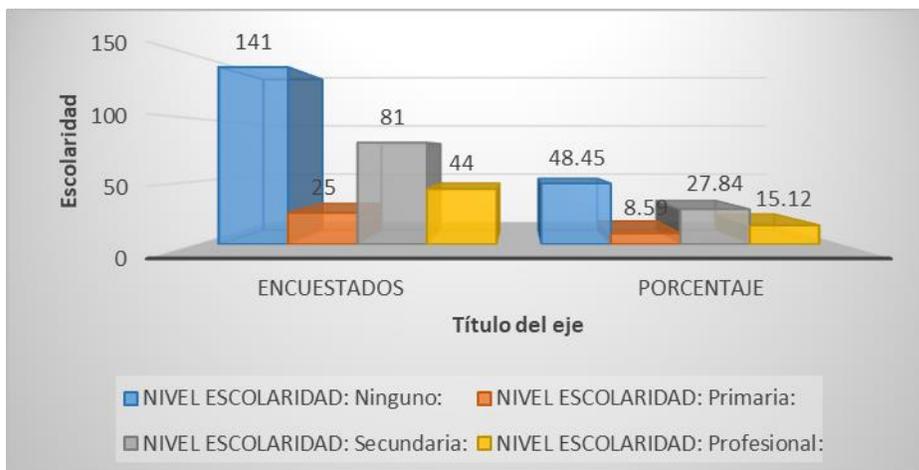
#### 5.4 Nivel de escolaridad

De acuerdo con los resultados obtenidos en la encuesta, el 15.12% de los participantes tienen estudios superiores a nivel profesional, el 27.83 % con nivel de secundaria, el 8.59 con nivel de primaria, seguido del 48.45 % que no posee ningún tipo de instrucción académica. Con los datos descritos, es evidente la falta de educación entre los habitantes de la comunidad, debido a la ausencia de recursos tanto económicos como educativos. Ver tabla 8 y gráfico 3.

Tabla 8 Nivel de escolaridad

Opciones	Encuestados	porcentaje
<b>Ninguno:</b>	141	48.45
<b>Primaria:</b>	25	8.59
<b>Secundaria:</b>	81	27.84
<b>Profesional:</b>	44	15.12

Grafico 3 Escolaridad



Fuente Propia

## 5.5 Situación y actividades económicas

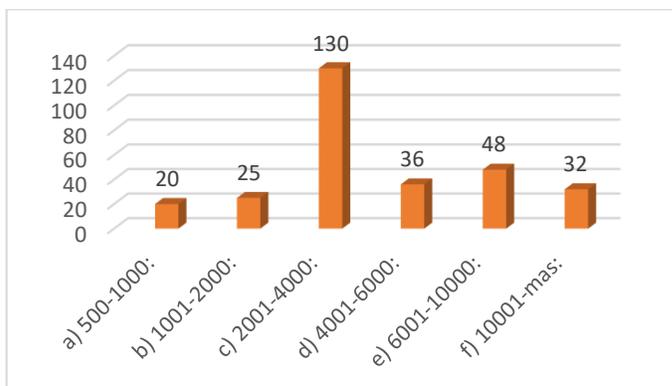
Los ingresos económicos de la comunidad de Never Oporta, la mayor parte reciben ingresos por encima de los un mil córdobas al mes. El mayor porcentaje es 44.67 % de las familias tienen un ingreso entre 2000-4000 córdobas al mes, le sigue un 16.49% su ingreso entre 6001- 10000, un 12.37% entre 4001 y 6000 córdobas y por último, el 11% obtiene ingresos entre 10001 y 20000 córdobas. Ver tabla 9 y gráfico 4.

Tabla 9 Ingreso económicos

Ingreso total por mes	Opciones	Encuestados	porcentaje
	a) 500-1000:	20	6.87 %
	b) 1001-2000:	25	8.59 %
	c) 2001-4000:	130	44.67 %
	d) 4001-6000:	36	12.37 %
	e) 6001-10000:	48	16.49 %
	f) 10001-más:	32	11 %

Fuente propia

Grafico 4 ingresos Económicos en C\$



Fuente: Elaboración propia

## 5.6 Servicios públicos existentes

### 5.6.1 Servicio de energía eléctrica.

El servicio de energía eléctrica existente abastece satisfactoriamente a toda la comunidad, el 90% pagan el servicio y un 10% no paga energía. El pago predominante por mes entre 70 y 130 córdobas.

### 5.6.2 Servicio de Agua potable.

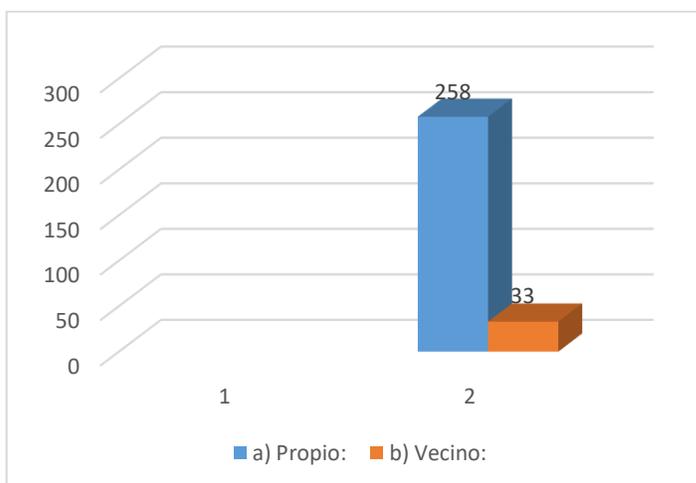
El 88.65% posee conexión al sistema de agua existente y el 11.35 % restante se abastecen del vecino.

El 60.5% que representa la mayoría de los encuestados consumen de 10-15 baldes de agua por día, siguiéndole en segundo lugar el 16.83% que consumen de 15 a 20 baldes/día, en tercer lugar de 20 a más el 8.59 % y en cuarto lugar están las familias que consumen menos cantidad de agua que oscila entre 5 y 10 baldes/día, con el 13.05% y entre 2-5 baldes/día con el 1.03%. Ver tablas 10 y gráficos 5.

Tabla 10 Disponibilidad del agua

Dispone del servicio de agua potable	Opciones	Encuestados	porcentaje
	a) Propio:	258	88.66
	b) Vecino:	33	11.34
	c) Otras fuentes:	0	0

Grafico 5 Situación del agua



Fuente: Elaboración propia

### 5.6.3 Tarifa mensual

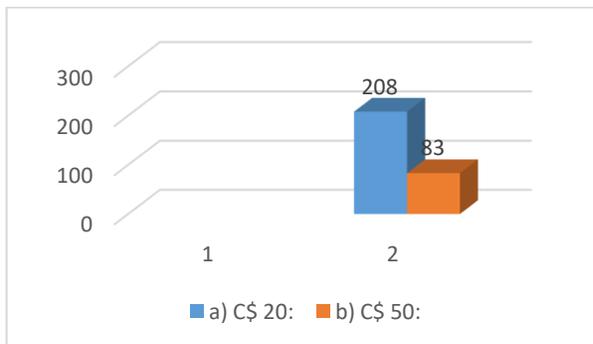
El 100% de las personas que tienen agua tienen cuota fija, es decir que no tienen medidores, el 71.47% pagan C\$20.00/ mensuales Y el resto 28.53% pagan alrededor de C\$50.00/mes. Ver tabla 11 y grafico 6.

Tabla 11 Pagos de servicio

Cuánto paga por el servicio	Opciones	Encuestados	porcentaje
	a) C\$ 20:	208	71.48
	b) C\$ 50:	83	28.52

Fuente: Elaboración propia

Grafico 6 Pagos de servicio



Fuente: Elaboración propia

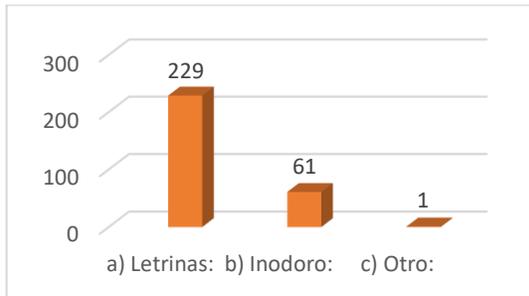
## 5.7 Saneamiento

En la comunidad no existe sistema de recolección de aguas negras, un 78.7% de las casas tiene letrinas en sus patios un 21% tiene inodoros y elimina las aguas servidas mediante pilas sépticas, a las cuales se les da un tratamiento y limpieza periódicamente. Ver tabla 12 y grafico 7

Tabla 12 Tratamiento de las excretas

Opciones	Encuestados	Porcentaje
<b>a) Letrinas:</b>	229	78.69
<b>b) Inodoro:</b>	61	20.96
<b>c) Otro:</b>	1	0.34

Grafico 7 tratamiento de las excretas



Fuente: Elaboración propia

### 5.8 Evaluación del sistema actual

En la actualidad el sistema no presenta deficiencias en el sistema de distribución de agua potable de la comunidad Never Oporta, municipio de San Miguelito, departamento de Rio San Juan.

### 5.9 Población y consumos

A continuación, se describen los datos actuales para verificar el sistema existente:

Año de inicio del diseño	2021	(Actual)
Población (habitantes)	1099	
Dotación	16.00 gppd.	Equivalente a 60 lppd.

Los consumos fueron calculados en base a la dotación ya que no se tienen ni macro ni micros medidores.

$$CD: \frac{1099 * 60 \text{ lppd}}{86400}: 0.7631 \text{ l/s}$$

$$CC: (0.07 * 0.7631): 0.053 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$CP: (0.07 * 0.7631): 0.053 \frac{l}{s}$$

$$CPDT: 0.7631 + 0.053 + 0.053 + (0.20 * 0.7631): 1.02 \frac{l}{s}$$

$$CMD: 1.5 * (0.7631 + 0.053 + 0.053) + (0.20 * 0.7631): 1.4562 \text{ l/s}$$

$$CMD: 23.07 \text{ gpm}$$

$$CMH: 2.5 * (0.7631 + 0.053 + 0.053) + (0.20 * 0.7631): 2.3253 \text{ l/s}$$

$$CMH: 36.85 \text{ gpm.}$$

### 5.10 Línea de conducción por gravedad

La línea de conducción conecta directamente al Manantial con el tanque de almacenamiento mediante la tubería de conducción de 3 pulgadas de diámetro de PVC.

La línea de conducción del sistema se revisó para transportar el flujo del Caudal Máximo Día de 1.46 l/s. (Ver Tabla).

Ilustración 6 Revisión de diámetro de línea de gravedad

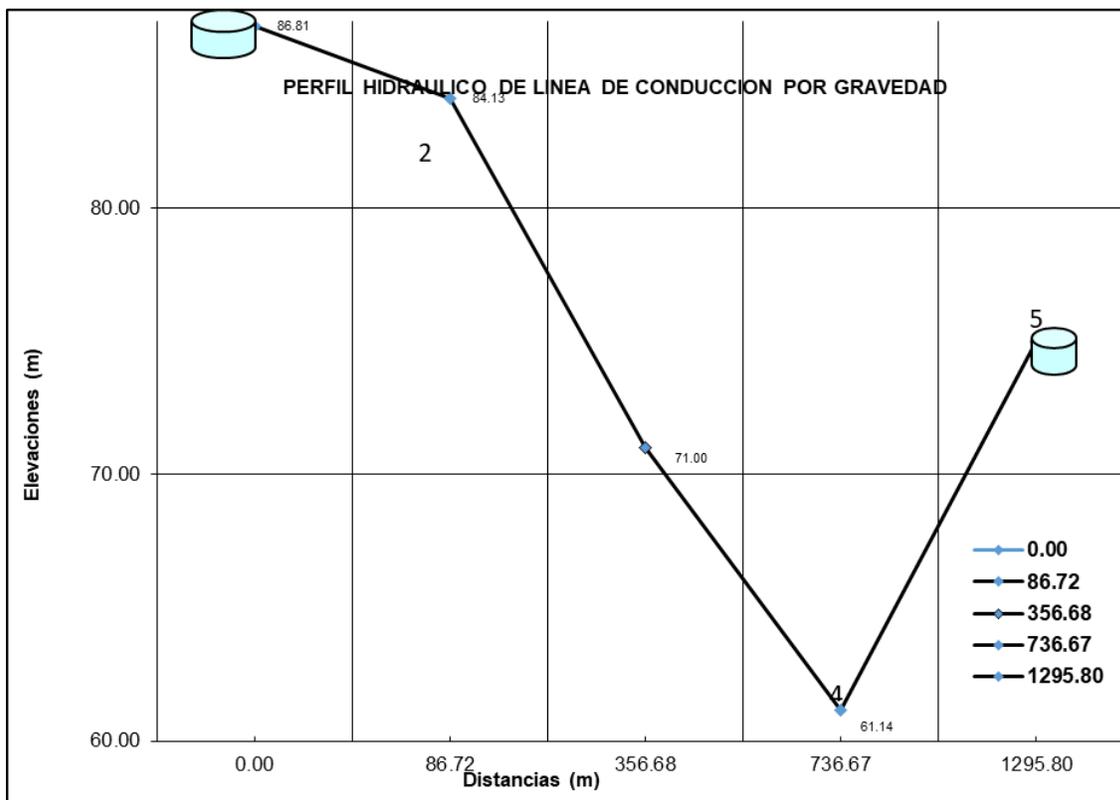


Tabla 13 Revisión del Diámetro de Línea por gravedad

No.	Descripción	Unid	Fórmula	Valores
<b>1</b>	<b>CMD (2021)</b>	lps		<b>1,46</b>
	Coeficiente de Hazen-Williams	C		150
	Elev rebose caja			86,81
	Elevac. En el pto 4	m	□	<b>61,14</b>
<b>3</b>	<b>Línea de Conducción</b>			
	Caudal de diseño	l/s		1,46
<b>3,1</b>	<b>Diámetro de 1-4</b>			
<b>3,1,1</b>	<b>Diámetro de la línea de Conducción 1-4</b>			
	Carga Disponible 1-4		$H = (E_{rb} - P I C)$	25,67
	Gradiente		$S = H/L$	0,03
	Longitud inclinada del 1-4			736,67
	Diámetro	pulg	$D = (Q / 0.0178 * C * S^{0.54})^{0.38}$	1,50

No.	Descripción	Unid	Fórmula	Valores
		plg		<b>3,00</b>
	Areas del tubo	m2		<b>0,005</b>
	Velocidad	m/s		0,28
<b>3,1,2</b>	<b><u>Líneas de Presión Dinámica ( tanque-Pto 4)</u></b>			
	HF al Pto 4		$hf = \left( \frac{Q}{0.0178 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$	0,88
	Cota Piezometrica al Pto 4	m	$H_z = (Erb - hf)$	85,93
	Presión en el Pto 4		$Pr = H_z - Elev\ pto$	25,67
	Distancia desde Pto 3 al Pto 5 (Punto más bajo)	m		559,13
	Elevación de rebose del tanque Pto5			77,00
	Carga Disponible de 3-5	m/m		<b>8,93</b>
	Gradiente	m		0,02
	Diámetro de 3-5	pulg		1,76
	Diámetro Propuesto	pulg		<b>3,00</b>
	HF al Pto 5	m	$hf = \left( \frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$	0,67
	Cota Piezometrica el Pto 5	m	$H_z = (Hz E - hf)$	85,27
	Presión en el Pto 5	m	$Pr = H_z - Elev\ pto$	8,27

La línea de conducción existente tiene la capacidad de transportar el caudal de máximo día, pero no cumple con la velocidad es menor 0.40 m/s.

### 5.11 Tanques de almacenamiento

Existen 2 tanques de almacenamiento, poseen una capacidad de 48,000 lts (48.00 m<sup>3</sup>) cada uno, ambos de concreto e instalados sobre losa de concreto, se encontraron en buen estado físico al momento de la inspección, además la capacidad de almacenamiento de estos actualmente cumplen con las Normas Técnicas del INAA, NTON 09001-99 (Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural).

El nivel del suelo donde está ubicado el tanque es de 75.00 msnm y su nivel de rebose de 77.00 msnm.

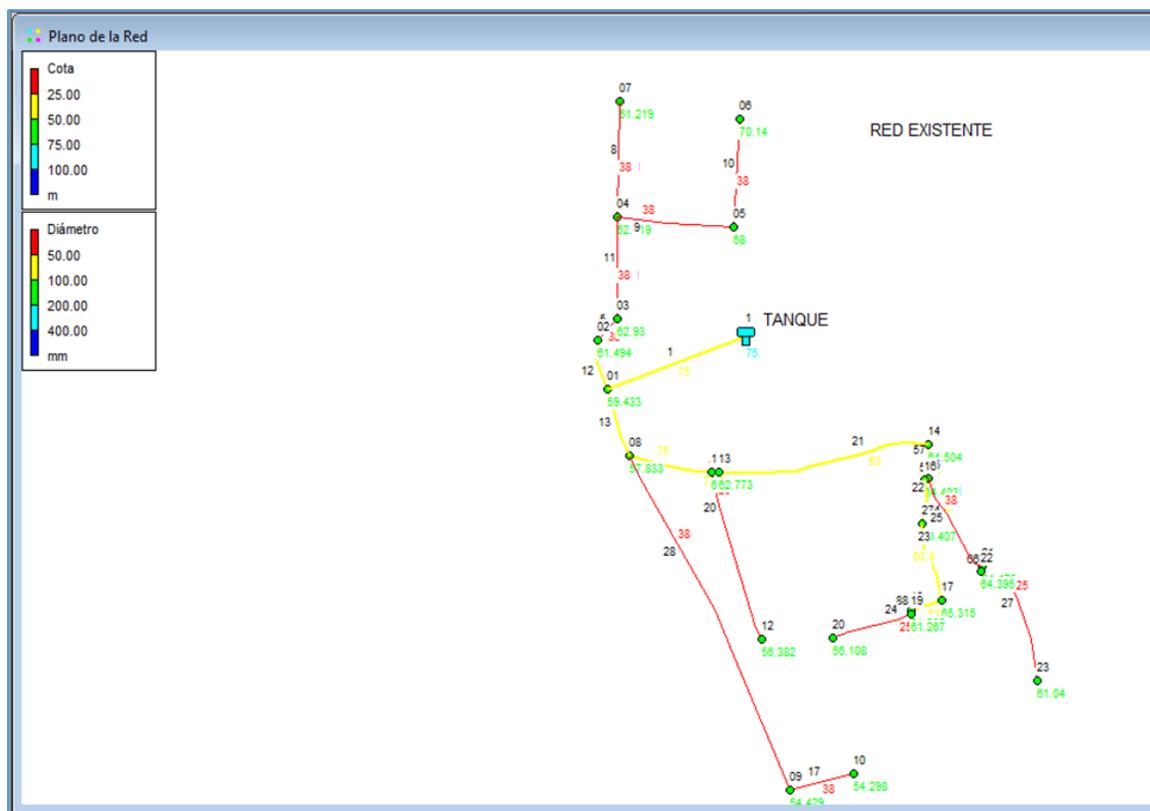
## 5.12 Red de distribución existente

La red de distribución existente se revisó con la demanda de máxima horaria para la población actual (2021) que es de 2.3280 l/s.

La red de distribución posee un diámetro de 25.4, 38.1, 50.8, 63.5, 76.02 mm 1", 1 ½", 2", 2 ½", 3", pulgadas con una longitud de 2,581.15 m, mediante tubería PVC SDR-26, toda la red trabaja por gravedad.

Realizando el modelo actual del sistema de distribución de agua potable existente en la comunidad Never Oporta con ayuda del programa EPANET se tiene lo siguiente, (ver figura 7y 8 Y Tabla 14 y 15).

*Ilustración 7 Análisis Hidráulico de la red existente*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Presión en los nodos de red existente

ID Nudo	Cota	Demanda Base	Presión
	m	LPS	m
<b>Conexión 01</b>	59.433	0.1717	15.57
<b>Conexión 02</b>	61.494	0.0437	13.39
<b>Conexión 03</b>	62.93	0.0715	11.70
<b>Conexión 04</b>	62.519	0.1831	11.45
<b>Conexión 07</b>	61.219	0.0625	12.73
<b>Conexión 05</b>	68	0.12.39	5.81
<b>Conexión 06</b>	70.14	0.0586	3.66
<b>Conexión 08</b>	57.833	0.2865	16.99
<b>Conexión 09</b>	54.429	0.2385	19.34
<b>Conexión 10</b>	54.298	0.0365	19.47
<b>Conexión 11</b>	63.708	0.1456	11.02
<b>Conexión 12</b>	56.382	0.0948	17.85
<b>Conexión 13</b>	62.773	0.1228	11.95
<b>Conexión 14</b>	64.504	0.1363	9.94
<b>Conexión 15</b>	64.071	0.0797	10.29
<b>Conexión 16</b>	64.403	0	9.95
<b>Conexión 21</b>	64.475	0	9.70
<b>Conexión 22</b>	64.395	0.1357	9.77
<b>Conexión 23</b>	61.04	0.0722	12.9
<b>Conexión 274</b>	66.407	0	7.92
<b>Conexión 17</b>	65.315	0.1526	8.96
<b>Conexión 18</b>	61.306	0.067	12.96
<b>Conexión 19</b>	61.267	0	13
<b>Conexión 20</b>	56.108	0.0457	18.16
<b>Depósito 1</b>	75	No Disponible	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Velocidades en los tramos de la red existente

<b>ID Línea</b>	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Caudal</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Pérd. Unit.</b>
	m	mm	LPS	m/s	m/km
<b>Tubería 1</b>	117.57	76.2	2.33	0.51	4.2
<b>Tubería 5</b>	35.78	38.1	0.5	0.44	7.11
<b>Tubería 47</b>	10	76.2	0.81	0.18	0.6
<b>Tubería 57</b>	39.99	50.8	0.55	0.27	2.1
<b>Tubería 58</b>	4.45	50.8	0.26	0.13	0.54
<b>Tubería 66</b>	6.1	38.1	0.21	0.18	1.4
<b>Tubería 85</b>	40	50.8	0.11	0.06	0.11
<b>Tubería 88</b>	4.36	50.8	0.05	0.02	0.02
<b>Tubería 8</b>	138.47	38.1	0.06	0.05	0.15
<b>Tubería 9</b>	144.9	38.1	0.18	0.16	1.1
<b>Tubería 10</b>	129.98	38.1	0.06	0.05	0.13
<b>Tubería 11</b>	122.79	38.1	0.43	0.38	5.34
<b>Tubería 12</b>	61.09	50.8	-0.54	0.27	2.04
<b>Tubería 13</b>	84.69	76.2	1.61	0.35	2.13
<b>Tubería 17</b>	80.84	38.1	0.04	0.03	0.06
<b>Tubería 19</b>	102.8	76.02	1.05	0.23	0.97
<b>Tubería 20</b>	210.14	25.4	0.09	0.19	2.36
<b>Tubería 21</b>	262.11	63.5	0.69	0.22	1.07
<b>Tubería 22</b>	53.05	50.8	0.26	0.13	0.54
<b>Tubería 23</b>	96.21	50.8	0.26	0.13	0.54
<b>Tubería 24</b>	100.01	50.8	0.05	0.02	0.02
<b>Tubería 25</b>	127.88	38.1	0.21	0.18	1.4
<b>Tubería 27</b>	159.96	25.4	0.07	0.14	1.42
<b>Tubería 28</b>	447.98	38.1	0.28	0.24	2.35

Fuente: Elaboración propia

Según análisis anterior, la red tiene presiones dentro de los rangos establecidos en las Normas del INAA pero las velocidades en la mayor parte de los tramos son bajas.

### 5.13 Sistema de agua propuesto

Para solucionar la problemática de desabastecimiento del sistema de agua potable en la comunidad Never Oporta, se propuso ampliar la red de agua y continuar utilizando la fuente y el tanque de almacenamiento siempre funcionando como un sistema del tipo Fuente-Tanque-Red.

### 5.14 Estudio de población

#### 5.14.1 Tasa de crecimiento de la Población.

Los resultados de la encuesta y cálculos de tasa de crecimiento se observan en a continuación (ver tabla 16).

Tabla 16 Datos censales

Año del Censo	Población	Fuente
2013	854	Alcaldía
2019	1032	Propia

Fuente Alcaldía Municipal

La tasa de crecimiento poblacional (rg), se calculó tomando como punto de partida los censos anteriores.

$$rg: \left[ \left( \frac{1,032 \text{ hab}}{854 \text{ hab}} \right)^{\left( \frac{1}{2019-2013} \right)} - 1 \right] * 100$$

rg: 3.2

Ecuación 18

### 5.15 Proyección de la población

La población proyectada a los 20 años se presenta a continuación utilizando como población base año 2019-2021

$$P_{proy} : (1,032 * (1 + 3.2\%)^2) : 1099 \text{ hab}$$

Proyección de población año 2021-2041

$$P_{proy} : (1,099 (1 + 0.032)^{(2041-2021)}) : 2064 \text{ hab.}$$

## 5.16 Consumos

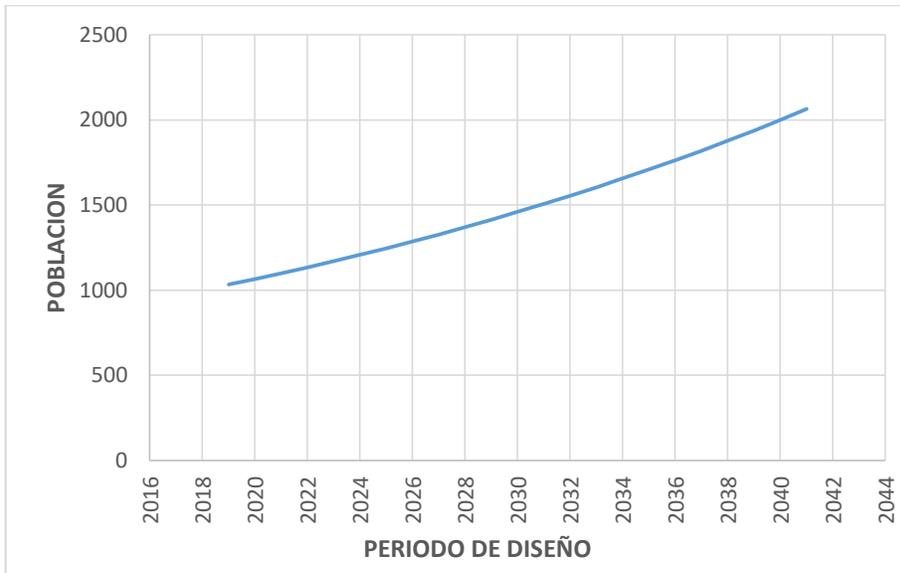
En la tabla 17, se presentan las variaciones de consumo para el periodo de diseño, grafica de proyección de población y proyección de consumo, respectivamente.

Tabla 17 Variaciones de consumo

AÑO	POBLACION	DOTACION	CD (lps)	CC (lps) 7%	CP(lps) 7%	CPD (lps)	PF(lps) 20%	CPDT (lps)	CMD (lps)	CMH (lps)
2019	1032	60	0.72	0.05	0.05	0.82	0.14	0.96	1.37	2.19
2020	1065	60	0.74	0.05	0.05	0.84	0.15	0.99	1.41	2.26
2021	1099	60	0.76	0.05	0.05	0.87	0.15	1.02	1.46	2.33
2022	1134	60	0.79	0.06	0.06	0.90	0.16	1.06	1.50	2.40
2023	1171	60	0.81	0.06	0.06	0.93	0.16	1.09	1.55	2.48
2024	1208	60	0.84	0.06	0.06	0.96	0.17	1.12	1.60	2.56
2025	1247	60	0.87	0.06	0.06	0.99	0.17	1.16	1.65	2.64
2026	1287	60	0.89	0.06	0.06	1.02	0.18	1.20	1.71	2.73
2027	1328	60	0.92	0.06	0.06	1.05	0.18	1.24	1.76	2.81
2028	1370	60	0.95	0.07	0.07	1.08	0.19	1.28	1.82	2.90
2029	1414	60	0.98	0.07	0.07	1.12	0.20	1.32	1.88	3.00
2030	1459	60	1.01	0.07	0.07	1.16	0.20	1.36	1.94	3.09
2031	1506	60	1.05	0.07	0.07	1.19	0.21	1.40	2.00	3.19
2032	1554	60	1.08	0.08	0.08	1.23	0.22	1.45	2.06	3.29
2033	1604	60	1.11	0.08	0.08	1.27	0.22	1.49	2.13	3.40
2034	1655	60	1.15	0.08	0.08	1.31	0.23	1.54	2.20	3.51
2035	1708	60	1.19	0.08	0.08	1.35	0.24	1.59	2.27	3.62
2036	1763	60	1.22	0.09	0.09	1.40	0.24	1.64	2.34	3.73
2037	1819	60	1.26	0.09	0.09	1.44	0.25	1.69	2.41	3.85
2038	1878	60	1.30	0.09	0.09	1.49	0.26	1.75	2.49	3.98
2039	1938	60	1.35	0.09	0.09	1.53	0.27	1.80	2.57	4.10
2040	2000	60	1.39	0.10	0.10	1.58	0.28	1.86	2.65	4.24
2041	2064	60	1.43	0.10	0.10	1.63	0.29	1.92	2.74	4.37

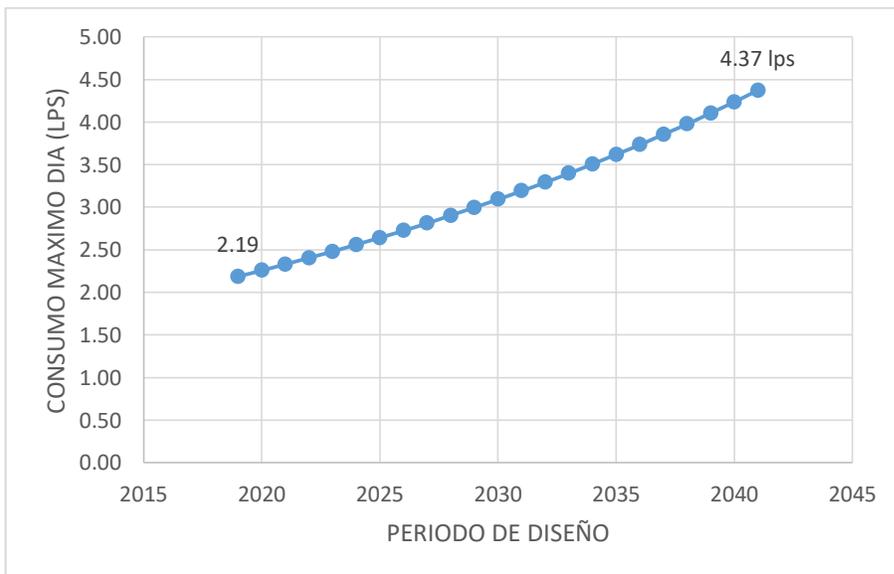
Fuente: Elaboración propia

Grafico 8 Población vs. Periodo de diseño.



Fuente: Elaboración propia

Grafico 9 Consumo de Máximo Día vs. Periodo de diseño.



Fuente: Elaboración propia

## 5.17 Fuente de abastecimiento y captación

### 5.17.1 Características de la fuente

La fuente de abastecimiento utilizada es la actual existente, ya que esta cuenta con las condiciones necesarias para abastecer a la población proyectada. (Tabla18)

Tabla 18 Caudales aforados en la fuente

No.	Caudal aforado en l/s			Total
	caja N 1	caja N 2	caja N 3	
1	3,636	3,600	0,950	
2	3,600	3,276	0,926	
3	3,725	3,558	1,028	
4	3,558	3,558	1,088	
5	3,362	3,362	1,010	
6	2,966	2,917	1,021	
7	3,000	2,951	1,027	
8	2,951	2,839	1,010	
9	3,333	3,220	0,995	
10	3,448	3,509	1,005	
<b>Promedio</b>	3,358	3,279	1,006	7,643
<b>Mínimo</b>	2,951	2,839	0,926	6,716
<b>máximo</b>	3,725	3,600	1,088	8,414

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados del cuadro anterior, las cajas No.1 y No.2 de captación tienen la suficiente capacidad para abastecer a la comunidad y pueden abastecer de forma independiente ya que el caudal mínimo aforado (2.95 l/s y 2.839 l/s) son superior al caudal de máximo día requerido por la población 2.74 l/s.

A continuación, se resume el cálculo del manantial de ladera para la caja No.2 y el cálculo se presenta en Anexo 1

Gasto Máximo de la Fuente:	3,60 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	2,83 l/s
Gasto Máximo Diario:	2,74 l/s
<b>1) Determinación del ancho de la pantalla:</b>	
Diámetro Tub. Ingreso (orificios):	2,0 pulg
Número de orificios:	5 orificios
Ancho de la pantalla:	(No cumple es de 0.64 m < 1.50 m).
<b>2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:</b>	
L=	1,238 m
<b>3) Altura de la cámara húmeda:</b>	
Ht=	1,00 m
Tubería de salida=	1,00 plg
<b>4) Dimensionamiento de la Canastilla:</b>	
Diámetro de la Canastilla	2 pulg
Longitud de la Canastilla	15,0 cm
Número de ranuras	115 ranuras
:	
<b>5) Cálculo de Rebose y Limpia:</b>	
Tubería de Rebose	3 pulg (El $\phi=2''$ Exist.)
Tubería de Limpieza	3 pulg (El $\phi=2''$ Exist.)

### 5.18 Línea de conducción por gravedad

La línea de conducción existente se revisó para el caudal de máximo día proyectado para el final del período de diseño es de 2.74 l/s. Tabla 19

Tabla 19 Revisión hidráulica para Línea de conducción

Descripción	unidad	Fórmula	Valores
<b>Caudal de diseño</b>	l/s		2,74
<b>Elev rebose tanque ( Erb)</b>	m	<input type="checkbox"/>	<b>86,81</b>
<b>Coeficiente de Hazen-Williams</b>		<input type="checkbox"/>	150
<b>Diámetros de 1-5</b>			
<b>Distancia desde Pto 1 al Pto 5 (Punto más bajo)</b>	m		1295,80
<b>Elevación en tanque (5)</b>			77,00
<b>Carga Disponible de 1-5</b>	m/m		<b>9,81</b>
<b>Gradiente</b>	m		0,01
<b>Diámetro de 1-5</b>	pulg		2,60
<b>Diámetro Propuesto</b>	pulg		<b>3,00</b>
<b>Areas del tubo</b>	m <sup>2</sup>		<b>0,005</b>
<b>Velocidad</b>	m/s		0,61
<b>HF al Pto 5</b>	m	$hf = \left( \frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \cdot L$	6.46
<b>Cota Piezometrica el Pto 5</b>	m	$H_z = (H_z E - hf)$	80.35
<b>Presión en el Pto 5</b>	m	$Pr = H_z - Elev\ pto$	3.35

La línea existente de diámetro de 3", tiene la capacidad para conducir el caudal máximo al final del período de diseño, cumpliendo con la velocidad >0.40 m/s.

## 5.19 Almacenamiento

### 5.19.1 Capacidad

Cálculo de la capacidad al año 2040 según fórmula siguiente:

$$V_t: 0.35 * 1.58 * 86400: 47,779.2 \text{ lpd} < 48.000 \frac{l}{d} (\text{existente})$$

Vt: 48.00 m<sup>3</sup>

### 5.19.2 Dimensiones

Las dimensiones existentes son: L: 4.90 m, B: 4.90 m y altura H: 2.00 m

### 5.19.3 Niveles del tanque

El nivel del suelo del tanque es de 75.00 msnm y el nivel de rebose es de 77.00 msnm.

## 5.20 Red de distribución

Debido a las características topográficas que presenta el terreno el sistema global de red se dividió en treinta y seis nodos y treinta y ocho tramos.

### 5.20.1 Distribución de caudales en nodos

A continuación, se presentan todos los datos referentes a red, en la tabla 20 datos de líneas, en la tabla 21 datos de nodos y en la ilustración 9 las condiciones de análisis de la red.

Tabla 20 Características de líneas en la red futuro

ID Línea	Longitud (m)
Tubería 6	72.8
Tubería 34	23.76
Tubería 36	60
Tubería 21	39.99
Tubería 25	4.45
Tubería 23	6.1
Tubería 29	4.36
Tubería 2	24.42
Tubería 4	25.37
Tubería 16	40
Tubería 13	76.54
Tubería 17	82.78
Tubería 12	61.58
Tubería 9	144.76
Tubería 37	69.97
Tubería 39	80.84
Tubería 7	138.47
Tubería 11	89.98
Tubería 8	95.67
Tubería 5	74.33
Tubería 14	172.82
Tubería 15	70.04
Tubería 3	98.07
Tubería 33	145.73
Tubería 35	194.43
Tubería 30	186.34
Tubería 38	99.97
Tubería 32	102.8
Tubería 31	230.25
Tubería 19	49.99
Tubería 18	80.01
Tubería 20	141.76
Tubería 22	127.62
Tubería 24	159.9
Tubería 26	53.13
Tubería 27	96.3
Tubería 28	40
Tubería 1	21.84
Total	3,287.17

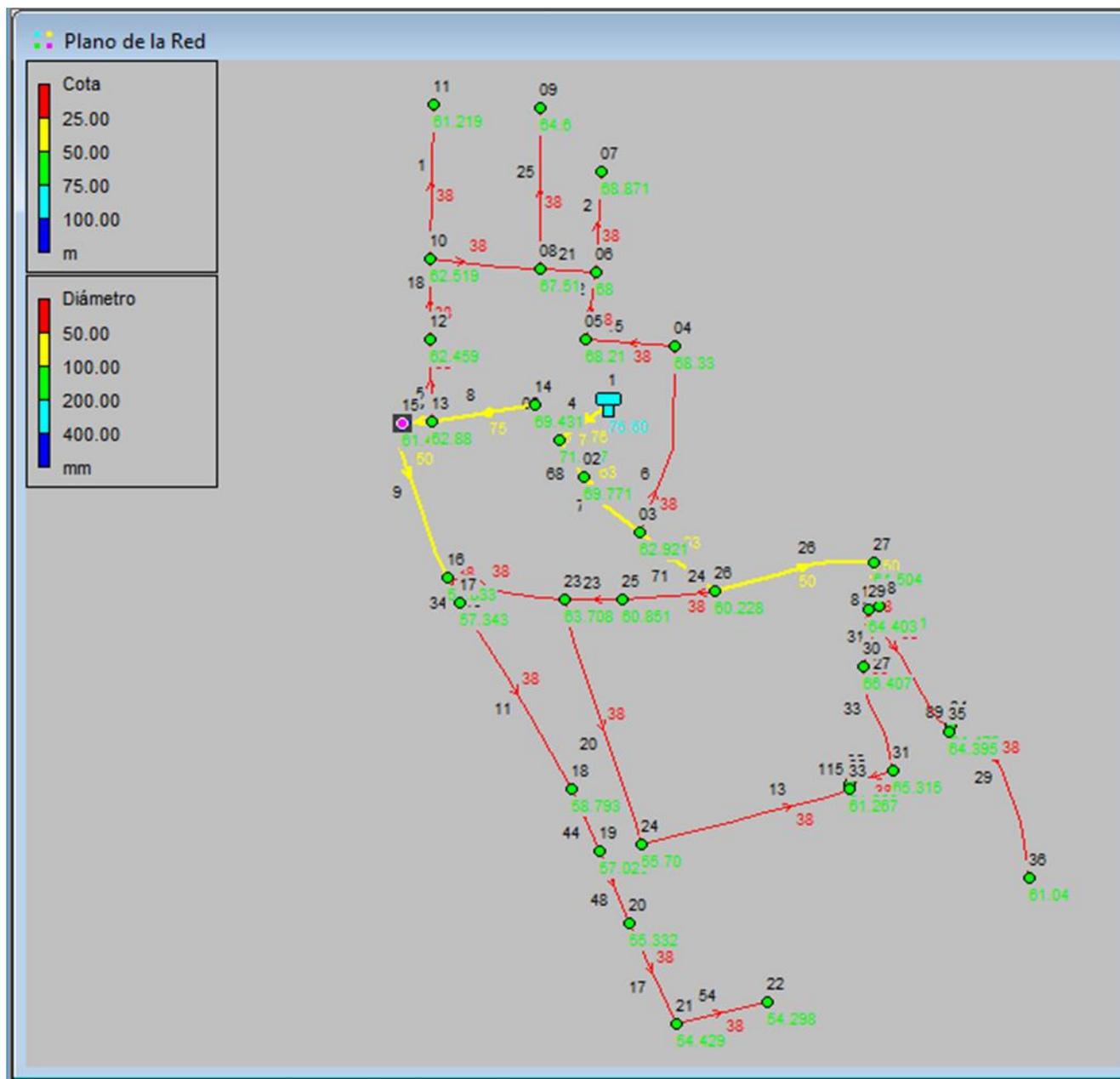
Tabla 21 Características en los nodos de la red futura

ID Nudo	Cota (m)	Demanda Base (l/s)
Conexión 5	61.494	0
Conexión 6	62.459	0
Conexión 7	62.519	0.17
Conexión 8	61.219	0.19
Conexión 11	68	0.1
Conexión 31	57.833	0.33
Conexión 32	57.343	0
Conexión 33	58.793	0.24
Conexión 34	57.026	0
Conexión 35	55.332	0.4
Conexión 36	54.429	0
Conexión 37	54.298	0.16
Conexión 29	63.708	0.25
Conexión 30	60.851	0
Conexión 18	64.504	0.09
Conexión 19	64.071	0.09
Conexión 23	64.403	0
Conexión 20	64.475	0.07
Conexión 21	64.395	0
Conexión 22	61.04	0.24
Conexión 24	66.407	0.18
Conexión 25	65.315	0.07
Conexión 26	61.306	0.05
Conexión 27	61.267	0.26
Conexión 9	67.51	0
Conexión 2	71.997	0
Conexión 3	69.431	0.2
Conexión 4	62.88	0.18
Conexión 16	69.771	0
Conexión 17	60.228	0.15
Conexión 28	55.7	0.21
Conexión 15	62.921	0.22
Conexión 14	68.33	0.12
Conexión 13	68.21	0.14
Conexión 12	68.871	0.04
Conexión 10	64.6	0.22
Total		4.37

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones de análisis de la red, se presentan en las ilustraciones 9

Ilustración 8 Esquema de sistemas de abastecimiento de agua potable futuro

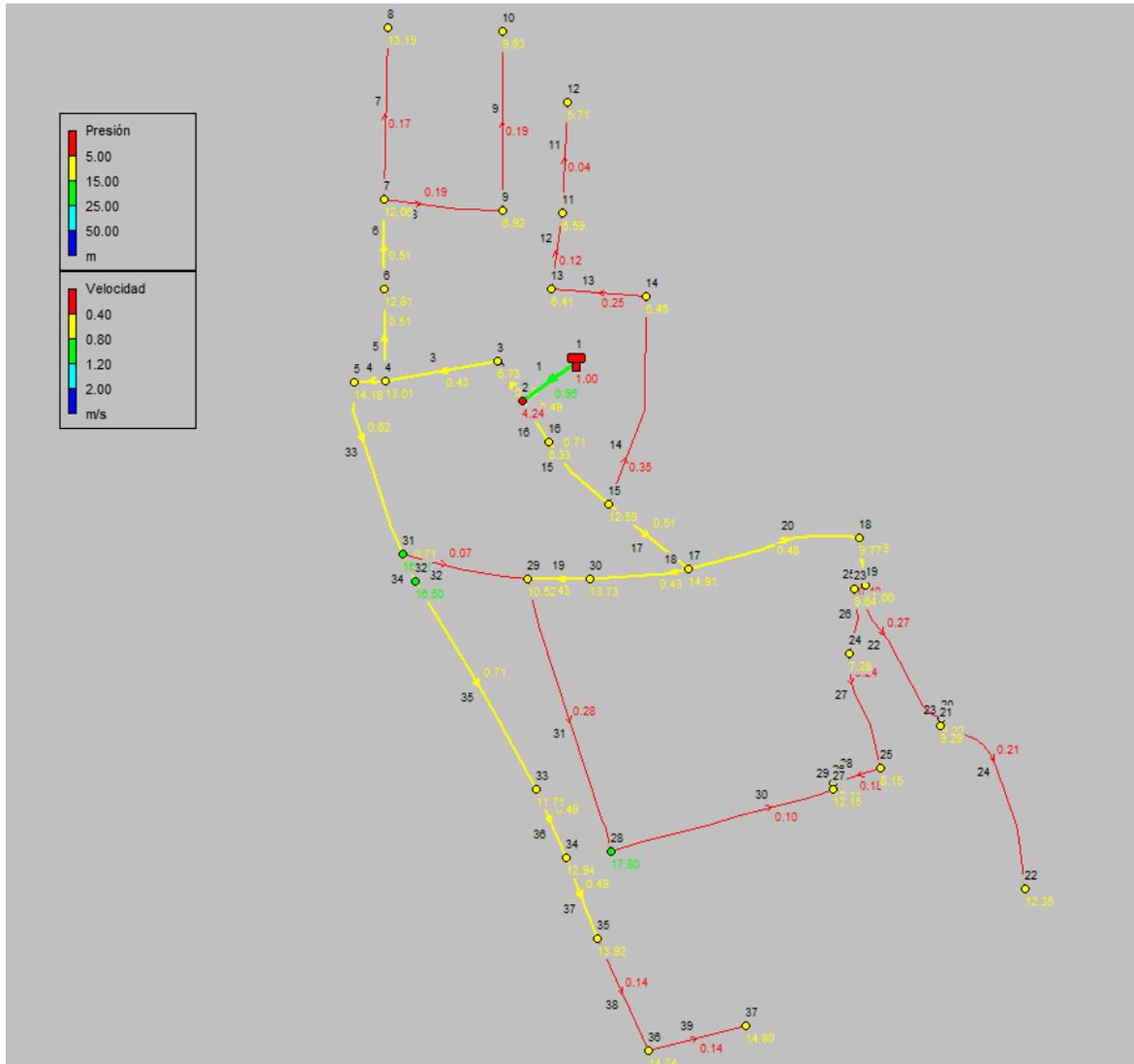


Fuente: Elaboración propia

### 5.20.2 Análisis hidráulico de la red existente

Se analizó con el Consumo de máxima hora para el año 2041. Ver resultados en Ilustración 11 y Tablas 22 y 23.

Ilustración 9 Análisis hidráulico de la red para el final del período de diseño



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Presiones en los nodos de la red al final del período de diseño

ID Nudo	Cota(m)	Demanda Base (l/s)	Presión (m)
<b>Conexión 5</b>	61.494	0	14.18
<b>Conexión 6</b>	62.459	0	12.81
<b>Conexión 7</b>	62.519	0.17	12.06
<b>Conexión 8</b>	61.219	0.19	13.19
<b>Conexión 11</b>	68	0.1	6.59
<b>Conexión 31</b>	57.833	0.33	16.42
<b>Conexión 32</b>	57.343	0	16.5
<b>Conexión 33</b>	58.793	0.24	11.71
<b>Conexión 34</b>	57.026	0	12.94
<b>Conexión 35</b>	55.332	0.4	13.92
<b>Conexión 36</b>	54.429	0	14.74
<b>Conexión 37</b>	54.298	0.16	14.8
<b>Conexión 29</b>	63.708	0.25	10.52
<b>Conexión 30</b>	60.851	0	13.73
<b>Conexión 18</b>	64.504	0.09	9.77
<b>Conexión 19</b>	64.071	0.09	10
<b>Conexión 23</b>	64.403	0	9.64
<b>Conexión 20</b>	64.475	0.07	9.22
<b>Conexión 21</b>	64.395	0	9.29
<b>Conexión 22</b>	61.04	0.24	12.35
<b>Conexión 24</b>	66.407	0.18	7.28
<b>Conexión 25</b>	65.315	0.07	8.15
<b>Conexión 26</b>	61.306	0.05	12.11
<b>Conexión 27</b>	61.267	0.26	12.15
<b>Conexión 9</b>	67.51	0	6.92
<b>Conexión 2</b>	71.997	0	4.24
<b>Conexión 3</b>	69.431	0.2	6.73
<b>Conexión 4</b>	62.88	0.18	13.01
<b>Conexión 16</b>	69.771	0	6.33
<b>Conexión 17</b>	60.228	0.15	14.91
<b>Conexión 28</b>	55.7	0.21	17.8
<b>Conexión 15</b>	62.921	0.22	12.59
<b>Conexión 14</b>	68.33	0.12	6.46
<b>Conexión 13</b>	68.21	0.14	6.41
<b>Conexión 12</b>	68.871	0.04	5.71
<b>Conexión 10</b>	64.6	0.22	9.63
<b>Depósito 1</b>	75.5		
<b>Total</b>		4.37	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Análisis hidráulico de la red. Velocidades en los tramos.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 6	72.8	38	0.58	0.51	9.49
Tubería 34	23.76	38	0.8	0.71	17.21
Tubería 36	60	38	0.56	0.49	8.89
Tubería 21	39.99	50	0.85	0.43	5.04
Tubería 25	4.45	38	0.45	0.4	5.89
Tubería 23	6.1	38	0.24	0.21	1.85
Tubería 29	4.36	38	0.15	0.13	0.76
Tubería 2	24.42	76	2.17	0.48	3.28
Tubería 4	25.37	50	1.21	0.62	8.56
Tubería 16	40	76	2.2	0.49	3.37
Tubería 13	76.54	38	0.28	0.25	2.17
Tubería 17	82.78	63	1.58	0.51	4.55
Tubería 12	61.58	38	0.14	0.12	0.6
Tubería 9	144.76	38	0.22	0.19	1.39
Tubería 37	69.97	38	0.56	0.49	10.2
Tubería 39	80.84	38	0.16	0.14	0.87
Tubería 7	138.47	38	0.19	0.17	1.2
Tubería 11	89.98	38	0.04	0.04	0.07
Tubería 8	95.67	38	0.22	0.19	1.58
Tubería 5	74.33	38	-0.58	0.51	8.35
Tubería 14	172.82	38	0.4	0.35	4.2
Tubería 15	70.04	63	2.2	0.71	8.41
Tubería 3	98.07	76	1.97	0.43	2.75
Tubería 33	145.73	50	1.21	0.62	9.73
Tubería 35	194.43	38	0.8	0.71	17.21
Tubería 30	186.34	38	-0.11	0.1	0.45
Tubería 38	99.97	38	0.16	0.14	0.87
Tubería 32	102.8	38	0.08	0.07	0.24
Tubería 31	230.25	38	0.32	0.28	3.18
Tubería 19	49.99	38	0.49	0.43	6.99
Tubería 18	80.01	38	-0.49	0.43	6.99
Tubería 20	141.76	50	0.94	0.48	6.08
Tubería 22	127.62	38	0.31	0.27	2.97
Tubería 24	159.9	38	0.24	0.21	1.85
Tubería 26	53.13	38	0.45	0.4	6.76
Tubería 27	96.3	38	0.27	0.24	2.28
Tubería 28	40	38	0.2	0.18	1.3
Tubería 1	21.84	76	4.37	0.96	12.01

Fuente: Elaboración propia

En la red propuesta, se mejoran las presiones en los nodos y las velocidades con excepción de algunos tramos que la velocidad es baja donde se recomendó colocar válvulas de limpieza en esos tramos de tubería.

### **5.21 Tratamiento**

Existen estudios de calidad de agua practicados por la Universidad Autónoma de Nicaragua, CIRA (Centro para la investigación de recursos acuáticos en Nicaragua) y el Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente, Managua, Nicaragua (PIENSA), realizados el 20 de octubre del año 2019, al manantial de la comunidad Never Oporta, dichos estudios reflejan que la calidad físico-químico del agua analizada se encuentran dentro de los rangos permitidos para consumo humano según las Normas de Calidad de Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE).

Los análisis disponibles de calidad de agua indican que el carácter químico de las aguas analizadas es adecuado para el abastecimiento y potabilización, sin embargo, dentro del tratamiento recomendado para el consumo humano del vital líquido, se necesitan sistemas de filtración para controlar la presencia de minerales reducir los niveles de turbiedad y proporcionar desinfección adecuada. (Ver análisis en Anexo 3,4 y 5)

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus, amebas y cualquier mineral nocivo para la salud, se incorporar un sistema de desinfección de agua capaz de garantizar la buena calidad del vital líquido.

### **5.22 Desinfección del agua**

- ✓ Clorador CT-8

Una solución simple, efectiva y económica para desinfectar los sistemas de agua rurales, desinfección continuamente el agua en los sistemas que fluyen por

gravedad, es de bajo costo, no usa electricidad, y sólo requiere mantenimiento mínimo. Capaz de administrar una dosis constante de cloro para el control de organismos patógenos en los sistemas rurales comunitarios de agua potable.

✓ Dosificación de cloración

A lo largo de la vida útil del proyecto deberán realizarse estudios periódicos para evaluar la calidad del agua de la fuente, si los resultados arrojan que la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos por el INAA, entonces, en dependencia de la severidad del caso, la dosificación deberá ser recalculada basado en los nuevos requerimientos.

### **5.23 Descripción del sistema propuesto**

Analizando las exigencias económicas, operacionales y funcionales del sistema, y haciendo una comparación de los aspectos más importantes a considerar en la selección del rediseño del actual sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Never Oporta, la alternativa propuesta es conveniente a llevar a cabo es, del tipo Fuente – Tanque – Red, puesto que cumple con las siguientes condiciones de servicio es la más viable tanto económicamente y para su ejecución llevando a cabo en menor tiempo y en las mejor calidad.

### **5.24 Fuente de abastecimiento**

La actual fuente de abastecimiento de agua del acueducto de la comarca Never Oporta, Municipio de San Miguelito, Departamento de Rio San Juan, cumple con los requerimientos cuantitativos necesarios de caudal aprovechable para satisfacer la demanda de la población durante el periodo de diseño del presente proyecto.

Adicionalmente, las características cualitativas, físicas y químicas de la fuente de agua permiten que, a través de procesos de tratamiento, ésta sea apta para el consumo humano, por tales motivos, la fuente puede continuar siendo aprovechada durante el periodo de diseño del proyecto, solo es necesario la cloración.

## 5.25 Línea de conducción

La línea de conducción existente se extiende desde el manantial existente hasta llegar al tanque de almacenamiento con una longitud total de 1,394.15 m, los cuales son de PVC, SDR 26, con diámetro de 3" (75 mm).

La línea de conducción existente satisface completamente las condiciones hidráulicas estipuladas en las normas del INAA en lo que refiere a gradiente hidráulico, velocidades y presiones.

## 5.26 Red de distribución

La red de distribución propuesta ha sido dimensionada para abastecer la demanda de la población para el final del periodo de diseño del proyecto, esta tiene una longitud total de 3,287.17 m, la cual tiene distintos accesorios y se divide en diferentes diámetros detallados a continuación (ver tabla 24).

*Tabla 24 Longitudes y diámetros de tubería en la red de distribución*

Diámetro mm	Diámetro Pulgadas	Longitud (m)	Tubería	Especificación
38	(1 ½")	2,597.17		SDR- 26
50	(2")	352.85		SDR- 26
63	(2 ½ ")	152.82		SDR- 26
76	(3")	184.33		SDR- 26
<b>Total</b>		3,287.17		

Fuente: Elaboración Propia

En el análisis de la red de distribución se obtuvieron mejores condiciones de presión y velocidad, considerando cumplir con los rangos permisibles según normas establecidas.

La instalación de micro medidores será una parte importante del proyecto esto permitirá un mayor control del uso y el pago del agua potable.

Tabla 25 Calculo de tarifa

Desripcion	Salarios	Costos Quimicos	Analisis Agua	Costos Depresiacion	Costos Mantenimiento
<b>CANTIDADES</b>	37,700.00	3,600.00	15,200.00	89,591.32	21,221.18
<b>Costos Administrativos</b>	<b>Imprevistos</b>	<b>Servicios Ambientales</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DEMANDA</b>	<b>TARIFA</b>
9,875.00	-	-	177,187.50	27,120.96	6.53

## 5.27 Costo del proyecto

Las obras comprendidas dentro del proyecto de diagnóstico, ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la comunidad Never Oporta, municipio de San Miguelito, Departamento de Rio San Juan, han sido presupuestadas detalladamente a fin de obtener su costo real. Los costos directos comprenden los rubros de costos de materiales, mano de obra, transporte y equipos, utilizando para ello, costos unitarios que prevalecen en la industria de la construcción de obras horizontales, tomando en consideración, además, factores que dificultan o facilitan la construcción e instalación de la obra en general.

El monto total del Proyecto equivales a C\$ 1, 023,301.46 equivalente a U\$ 28,955.89 con el costo de 1U\$/C\$ 35.34

Tabla 26 presupuesto del proyecto

ETAPA	SUB ETAP	ACTIVIDAD	U/M	CANT	C/U	TOTAL
<b>310</b>	<b>00</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>M<sup>2</sup></b>			
310	01	Limpieza inicial	M <sup>2</sup>	2000	C\$ 5.00	C\$ 10,000.00
310	03	Eliminacion de tuberia de cualquier tipo	ML	100	C\$ 30.00	C\$ 3,000.00
<b>330</b>	<b>00</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>	<b>ML</b>			
330	07	Prueba hidrostatica	ML	3287	C\$ 25.00	C\$ 82,175.00
330	09	Tuberia de 1 1/2" de diametro	ML	530	C\$ 81.13	C\$ 42,998.90
330	10	Tuberia de 2" de diametro	ML	25	C\$ 132.90	C\$ 3,322.50
330	11	Tuberia de 2 1/2" de diametro	ML	153	C\$ 165.69	C\$ 25,350.57
330	12	Tuberia de 3" de diametro	ML	162	C\$ 220.92	C\$ 35,789.04
330	25	Valvulas y accesorios	c/u	4	C\$ 2,013.75	C\$ 8,055.00
<b>335</b>	<b>00</b>	<b>TANQUES DE ALAMCENAMIENTO</b>	<b>M<sup>3</sup></b>			
335	10	almacenamiento de mamposteria	Glb	1	C\$ 10,000.00	C\$ 10,000.00
<b>350</b>	<b>00</b>	<b>CONEXIONES</b>	<b>C/U</b>			
350	01	Conexiones intradomiciliars	c/u	100	C\$ 300.00	C\$ 30,000.00
350	03	Instalacion de valvulas	c/u	100	C\$ 103.25	C\$ 10,325.00
350	06	Tuberia de 1/2" de diametro	ML	630	C\$ 122.00	C\$ 76,860.00
350	07	Protectores de valvula	c/u	291	C\$ 80.00	C\$ 23,280.00
350	09	Medidores de agua potable	c/u	291	C\$ 1,630.00	C\$ 474,330.00
<b>370</b>	<b>00</b>	<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>	<b>GLB</b>			
370	01	Limpieza final	Glb	1	C\$ 3,285.68	C\$ 3,285.68
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						<b>C\$ 838,771.69</b>
<b>IVA</b>						<b>C\$ 125,815.75</b>
<b>IR</b>						<b>C\$ 16,775.43</b>
<b>IMI</b>						<b>C\$ 8,387.72</b>
<b>IMPREVISTOS</b>						<b>C\$ 33,550.87</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>						<b>C\$ 1,023,301.46</b>

Fuente: Elaboración propia

## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

En términos generales, el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Never Oporta, Municipio de San Miguelito, Departamento de Rio San Juan es un proyecto viable, con lo cual, mejorara el nivel y la calidad de servicio que se brinda actualmente para lograr satisfacer a la población.

1. Realizado un levantamiento topográfico donde se anexaron en el plano topográfico existente las diferentes zonas proyectadas al crecimiento poblacional, antes no incluidas en el plano de la comunidad, adicionalmente se hizo una revisión de la altimetría y planimetría de todo el lugar. El levantamiento topográfico tuvo una duración de 6 días, el total del levantamiento fue de 3955.96 m de calles.
2. Se realizó un censo poblacional y encuestas socioeconómicas donde se obtuvo una población del 1,099 habitantes para el año 2021, además se pudo determinar que el 44.67% de las familias tienen ingresos de 2,000-4,000 córdobas al mes y solo un 6.87% tiene ingresos menores a 1,000 cordobas.
3. La fuente de abastecimiento captada en tres cajas (manantial) se continuará utilizando, ya que tienen la capacidad de abastecer a la comunidad Never Oporta con un caudal de 7.62 l/s (según aforo realizado en el periodo de estudio), mayor que CMD de 2.74 l/s para una población proyectada de 2064 habitantes para el final del periodo de diseño (hasta 2041), en cuanto a los análisis se pudo determinar que cumple los parámetros físico-químico, metales pesados y no así el bacteriológico que se muestran valores arriba del rango establecido por la norma CAPRE de coliforme total, fecal y E.coli.

4. Se realizó un ajuste el diámetro en algunos tramos de tuberías en la red de distribución, asimismo, se reemplazó la tubería parcial existente en la línea de conducción de PVC, (SDR-26), para poder conducir el caudal de diseño en condiciones hidráulicas óptimas (presiones y velocidades de diseño), según análisis realizado en el Software EPANET.
5. El tanque de almacenamiento existente, se continuará utilizando, ya que este presenta las condiciones apropiadas para satisfacer las demandas de la población, de igual forma los componentes del sistema se encuentra en buen estado físico y regular estado hidráulico por no disponer de las dimensiones apropiadas en algunos tramos.
6. El costo del sistema propuesto es de C\$1,023,301.46 equivalente en dólares americanos U\$ 28,955.89 resultando el costo per cápita de C\$ 931.12 equivalente en dólares americanos U\$ 26.34.

## **6.2 Recomendaciones**

- A lo largo de la vida útil del proyecto deberán realizarse estudios periódicos fisicoquímicos y bacteriológicos para evaluar la calidad del agua de la fuente, tanto en temporada de verano, como invierno, con el fin de tener un registro de la calidad del agua. Si los resultados arrojan que la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos por las Normas CAPRE, entonces, en dependencia de la severidad del caso, la dosificación deberá ser recalculada basado en los nuevos requerimientos.
- Enfatizar estudios en la zona o zonas aledañas a la comunidad, enfocados en la obtención y explotación de agua de mejor calidad y utilizando menos recursos, para beneficio de generaciones actuales y futuras.
- Promover la reforestación y conservación de las 4 mz de protección a la fuente, ya que este incide grandemente en el mantenimiento del manto acuífero y los niveles de agua en los manantiales existente.

- Llevar acabo el mantenimiento preventivo y correctivo a cada una de las estructuras hidráulicas que componen el sistema de acueducto, con el fin de mejorar la prestación del servicio, la eficiencia y el costo operacional.
- Limpieza continua de los tanques de almacenamiento para mantener la higiene tanto fuera como dentro de los tanques.
- En la ejecución del proyecto, procurar la reutilización y aprovechamiento de todos los recursos existentes en el área de la obra, así también, los disponibles en la comunidad en general que puedan aportar reducciones a los costos que incurre llevar a cabo proyecto.
- Colocar válvulas en las salidas de las cajas de captación y usar una de las captaciones No.1 o la No.2 y mantener cerradas las otras dos (reserva) y abrir en casos que sea necesarios.

## VII Bibliografía

- (1998)., I. N. ( (1998).). Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural.
- (INIDE), I. N. (1950, 1963, 1971, 1995). CENSOS REALIZADOS . NICARAGUA .
- (OMS), O. m. (s.f.). Guías para la calidad del agua potable primer apéndice de la tercera edición. . Suiza: Avenue Appia 1211 Geneve 27.
- AGUIRRE, J. (10 de DICIEMBRE de 2018). SAN AMIGUELITO, COMUNIDAD NEVER OPORTA, NICARAGUA .
- Aguirre, J., & Aguirre, L. E. (11 de 10 de 2018). Historiadores. *Antecedentes de la comunidad Never Oporta*. Never Oporta, San Miguelito, Nicaragua: Relatos.
- Aguirre, I., & Aguirre, J. (10 de Noviembre de 2018). Historia Municipal. *Historia* . San Miguelito, nicaragua .
- Alcaldia. (18 de Febrero de 2019). censo 2019. *penso En colaboracion con estudiantes de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA* . San Miguelito, Nicaragua .
- Alcaldia, S. (2017). *Diagnostico*. San Miguelito.
- INAA 2001. (2001). NORMAS TECNICAS DE DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MEDIO RURAL NTON 0900199. MANAGUA, NICARAGUA.
- INAA, E. R. (1998). Normativa Ambiental. Managua .
- INETER, I. N. (s.f.). DATOS POBLACIONAL . CENSO . MANAGUA , NICARAGUA .
- INETER., I. N. (s.f.). MANAGUA , NICARAGUA .
- INIDE. (2005). Censo 2005. Managua , Nicaragua.

INIDE, E. I. (1950, 1963, 1971 y 1995.). Censos.

INNAA (2001). (s.f.). Normas técnicas de diseño de sistemas de Abastecimiento de agua potable en el medio rural, NTON 09001-99. MANAGUA, NICARAGUA.

KUBY, R. J. (2007). ESTADÍSTICA ELEMENTAL, . THOMSON. ISBN 970-686-287-0.): LO ESENCIAL (3ª ED).

Municipal, A. (20 de Marzo de 2017). Caracterizacion San Miguelito. San Miguelito, Nicaragua .

Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano. (MARZO de 1994). CAPRE en Septiembre de 1993.

R.L, C. L. (ABRIL de 2019). EVALUACION DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE . San Miguelito, Nicaragua.

SISTEMAS, G. P. (2014). Presidente Ejecutivo del INAA. Managua .

# **ANEXOS**

## ANEXO.1.

Tabla 27 aforo

Caja No 1										
Aforo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Litros	20	18	19	18,5	19,5	17,5	18	18	19	20
Segundos	5,5	5	5,1	5,2	5,8	5,9	6	6,1	5,7	5,8
L/S	3,636	3,600	3,725	3,558	3,362	2,966	3,000	2,951	3,333	3,448

Caja N 2										
Aforo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Litros	18	19	18,5	18,5	19,5	17,5	18	17,6	19	20
Segundos	5	5,8	5,2	5,2	5,8	6	6,1	6,2	5,9	5,7
L/S	3,600	3,276	3,558	3,558	3,362	2,917	2,951	2,839	3,220	3,509

caja N 3										
Aforo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Litros	19	17,6	18,5	18,5	20	19,4	19	20	18,5	19
Segundos	20	19	18	17	19,8	19	18,5	19,8	18,6	18,9
L/S	0,950	0,926	1,028	1,088	1,010	1,021	1,027	1,010	0,995	1,005

## ANEXO 2. CÁLCULO DE MANANTIAL DE LADERA.

### DISEÑO HIDRAÚLICO DE CAPTACIÓN DE LADERA ( $Q_{\text{diseño}}=2,36\text{ lps}$ )

Gasto Máximo de la Fuente:	$Q_{\text{max}}= 3,60$ l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	$Q_{\text{min}}= 2,83$ l/s
Gasto Máximo Diario:	$Q_{\text{md1}}= 2,36$ l/s

#### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que:  $Q_{\text{max}} = v_2 \times Cd \times A$

Despejando:  $A = \frac{Q_{\text{max}}}{v_2 \times Cd}$

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{\text{max}}= 3,60$  l/s

Coefficiente de descarga:  $Cd= 0,80$  (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad:  $g= 9,81$  m/s<sup>2</sup>

Carga sobre el centro del orificio:  $H= 0,40$  m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

$v_{2t}= 2,24$  m/s (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida:  $v_2= 0,60$  m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Área requerida para descarga:  $A= 0,01$  m<sup>2</sup>

Además sabemos que:  $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):  $D_c= 0,098$  m

$D_c= 3,847$  pulg

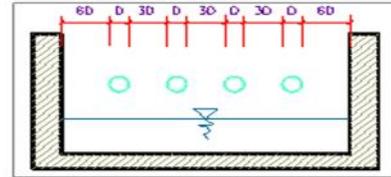
Asumimos un Diámetro comercial:  $D_a= 2,00$  pulg (se recomiendan diámetros  $< \phi = 2"$ )  
0,051 m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Número de orificios: **Norif= 5 orificios**



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla ( $b$ ), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + \text{Norif} \times D + 3D(\text{Norif} - 1)$$

Ancho de la pantalla:  **$b= 1,50$  m** (Pero con 1.50 también es trabajable)

## DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Qdiseño=2,36lps)

Gasto Máximo de la Fuente:	Qmax=	3,60 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	Qmin=	2,83 l/s
Gasto Máximo Diario:	Qmd1=	2,36 l/s

### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que:

$$Q_{max} = v_2 \times C_d \times A$$

Despejando:

$$A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times C_d}$$

Donde: Gasto máximo de la fuente: Qmax= 3,60 l/s

Coefficiente de descarga: Cd= 0,80 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: g= 9,81 m/s<sup>2</sup>

Carga sobre el centro del orificio: H= 0,40 m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$

$$v_{2t} = 2,24 \text{ m/s} \quad (\text{en la entrada a la tubería})$$

Velocidad de paso asumida: v2= 0,60 m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Área requerida para descarga: A= 0,01 m<sup>2</sup>

Ademas sabemos que:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): Dc= 0,098 m

$$D_c = 3,847 \text{ pulg}$$

Asumimos un Diámetro comercial:

$$D_a = 2,00 \text{ pulg} \quad (\text{se recomiendan diámetros } < \phi = 2")$$

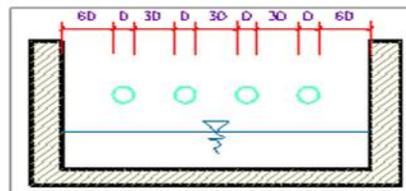
$$0,051 \text{ m}$$

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Número de orificios: **Norif= 5 orificios**



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + \text{Norif} \times D + 3D(\text{Norif} - 1)$$

Ancho de la pantalla: **b= 1,50 m** (Pero con 1.50 tambien es trabajable)

Continuación.

### 2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que:

$$H_f = H - h_o$$

Donde: Carga sobre el centro del orificio:  $H = 0,40 \text{ m}$

Además:  $h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$

Pérdida de carga en el orificio:  $h_o = 0,029 \text{ m}$

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captación:  **$H_f = 0,37 \text{ m}$**

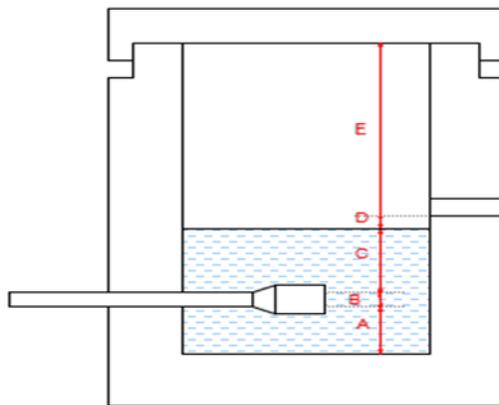
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Distancia afloramiento - Captación:  **$L = 1,238 \text{ m}$**       **1.25 m Se asume**

### 3) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:



Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm

$$A = 10,0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

$$B = 0,025 \text{ cm} \quad \langle \rangle \quad 1$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5cm).

$$D = 10,0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).

$$E = 30,00 \text{ cm}$$

Continuación

## Anexo 3 Resultados de estudio físico químico



Universidad Nacional de Ingeniería  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



## LABORATORIOS AMBIENTALES

## CERTIFICADO DE ENSAYOS

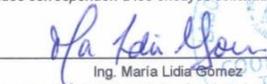
FQAN1910-0162

CLIENTE		DIRECCIÓN		TELEFONO		
Jairo Aguirre		UNI-Juigalpa		NR		
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR		
Kelly Pérez		Tesistas	<a href="mailto:keylingjulissatorrez@gmail.com">keylingjulissatorrez@gmail.com</a>	8605-7018		
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS				
15/10/2019	15/10/2019	24/10/2019		28/10/2019	3673	Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo			14/10/2019; 10:34 am			
Muestreado por			Jairo Aguirre			
Supervisor de Muestreo en Campo			NR			
Fuente			Manantial			
Tipo de muestra			Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación			Comarca Never Oporta, Municipio San Miguelito-Río San Juan			
Coordenadas			NR			
Codificación PIENSA			LA-1910-0907			
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION		Norma CAPRE*	
			PUNTO DE MUESTREO 1			
Visual	Aspecto	NE	Claro		NE	
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	6.85		6.5 - 8.5**	
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	331.70		400**	
2130-B	Turbiedad	UNT	0.118		5	
2120-C	Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	<1.00		15	
2320-B	Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	160.60		NE	
2320-B	Carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	<0.40		NE	
2320-B	Bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	160.60		NE	
4500-B	Nitratos	mg/L	0.55		50	
4500-B	Nitritos	mg/L	<0.009		0.1	
4500-D	Cloruros	mg/L	11.27		250	
3500-B	Hierro Total	mg/L	0.007		0.3	
4500-D	Sulfatos	mg/L	1.90		250	
2340-C	Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	152.48		400**	
2340-C	Dureza Calcica	mg/L CaCO <sub>3</sub>	95.80		NE	
3500-B	Calcio	mg/L	38.40		100**	
3500-B	Magnesio	mg/L	13.77		50	
3500-B	Manganeso	mg/L	<0.02		0.5	
3500-X	Sodio	mg/L	4.07		200	
3500-C	Potasio	mg/L	0.88		10	
4500-C	Fluor	mg/L	0.403		0.7	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017, EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE, \*\* Valor recomendado

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

  
Ing. María Lidia Gómez  
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001630

Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)  
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

## Anexo 4 Resultados de Estudios bacteriológico



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
**Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo**  
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
 Managua, Nicaragua



## LABORATORIOS AMBIENTALES

## CERTIFICADO DE ENSAYOS

MB-1910-0183

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
Jairo Aguirre		UNI-Juigalpa		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Kelly Pérez		Tesisista		<a href="mailto:keylingjulissatorrez@gmail.com">keylingjulissatorrez@gmail.com</a>	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	25/10/2019	3673	NUMERO DE MUESTRAS
15/10/2019	15/10/2019	20/10/2019			Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo		14/10/2019 ; 10:34 am			
Muestreado por		Jairo Aguirre			
Supervisor de Muestreo en Campo		NR			
Fuente		Manantial			
Tipo de muestra		Agua superficial			
Observaciones de Ubicación		Comarca Never Oporta, Municipio San Miguelito - Rio San Juan			
Coordenadas		NR			
Codificación PIENSA		LA-1910-0907			
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1		Norma CAPRE*
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	1.1*10 <sup>3</sup>		Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	45.0		Negativo
9221-F	E.coli	NMP/100mL	45.0		NE
ISO 6340:1995	Salmonella	P-A /100 mL	Ausencia		NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

Abreviaturas y símbolos: <= menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017  
 EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

*Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente*

  
 Ing. María Lidia Gómez  
 Coordinadora Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

*Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.*

0001631

Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)  
 Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

*Ilustración 10 Resultados estudios Metales Pesados*

## Anexo 5 Metales pesados



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
 Managua, Nicaragua



## LABORATORIOS AMBIENTALES

## CERTIFICADO DE ENSAYOS

MP-1910-0140

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
Jairo Aguirre		UNI- Juigalpa		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Kelly Pérez		Tesisistas		keylingjulissatorrez@gmail.com	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO		FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	25/10/2019	3673	NUMERO DE MUESTRAS
15/10/2019	22/10/2019	22/10/2019	14/10/19; 10:34 am		Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo		Muestreado por		Rango o valor máximo permisible o recomendado	
		Jairo Aguirre			
Supervisor de Muestreo en Campo		NR			
Fuente		Manantial			
Tipo de muestra		Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación		Comarca Never Oporta, Municipio San Miguelito- Río San Juan			
Coordenadas		NR			
Codificación PIENSA		LA-1910-0907		Norma CAPRE*	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION		0.01
G.H	Arsénico	mg/L	PUNTO DE MUESTREO 1		
<0.001					

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
**Abreviaturas y símbolos:** <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017  
 EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE  
 G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR

**OBSERVACIONES:** La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

*Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente*

  
 Ing. María Lidia Gómez  
 Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

*Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.*

0001632

Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)  
 Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

Anexo 6 Tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 7 Tanques de almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 8 Realización de aforo



Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 9 Caja de registro



Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 10 Equipo de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

**PLANOS**

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
TEMA:

PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL REEMPLAZO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NEVER  
OPORTA SAN MIGUELITO, RIO SAN JUAN



PLANO DE MACROLOCALIZACION  
SIN ESCALA



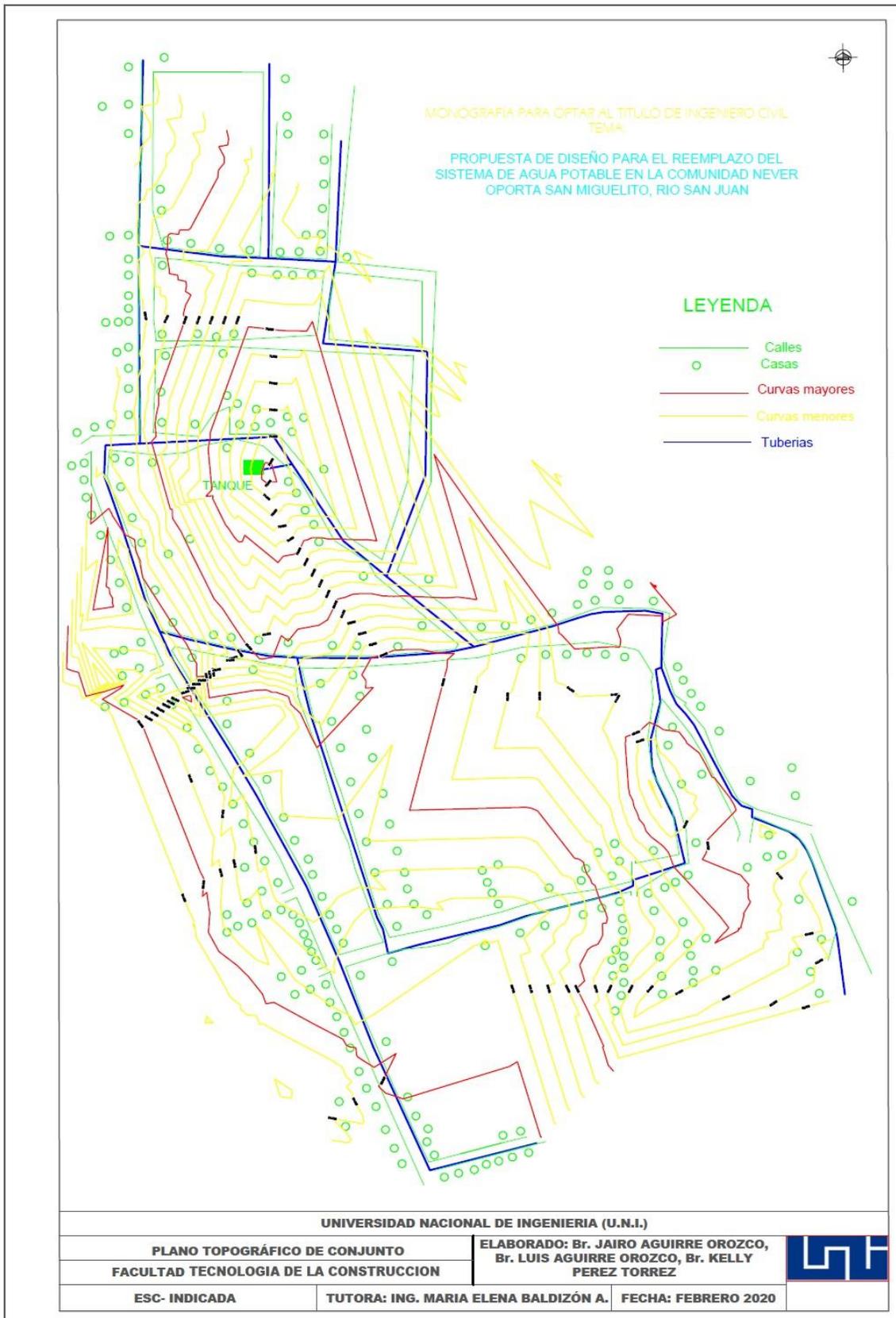
PLANO DE MICROLOCALIZACION

INDICE DE PLANOS	
DESCRIPCIÓN	No.
PLANO TOPOGRÁFICO DE CONJUNTO	01
PLANO DE CONTROL HORIZONTAL	02
PLANO GENERAL DE RED EXISTENTE	03
PLANO GENERAL DE RED PROPUESTA	04
PLANO DE PREDIO DE FUENTE	05
PLANO DE MANANTIALES EXISTENTES	06
PLAN TA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN	07
PLANO DE PREDIO DE TANGUES	08
PLANO TANQUE Y DETALLES	09
PLANO DE CONEXION DE TANGUES	10
PLANO DE DETALLES GENERALES	11

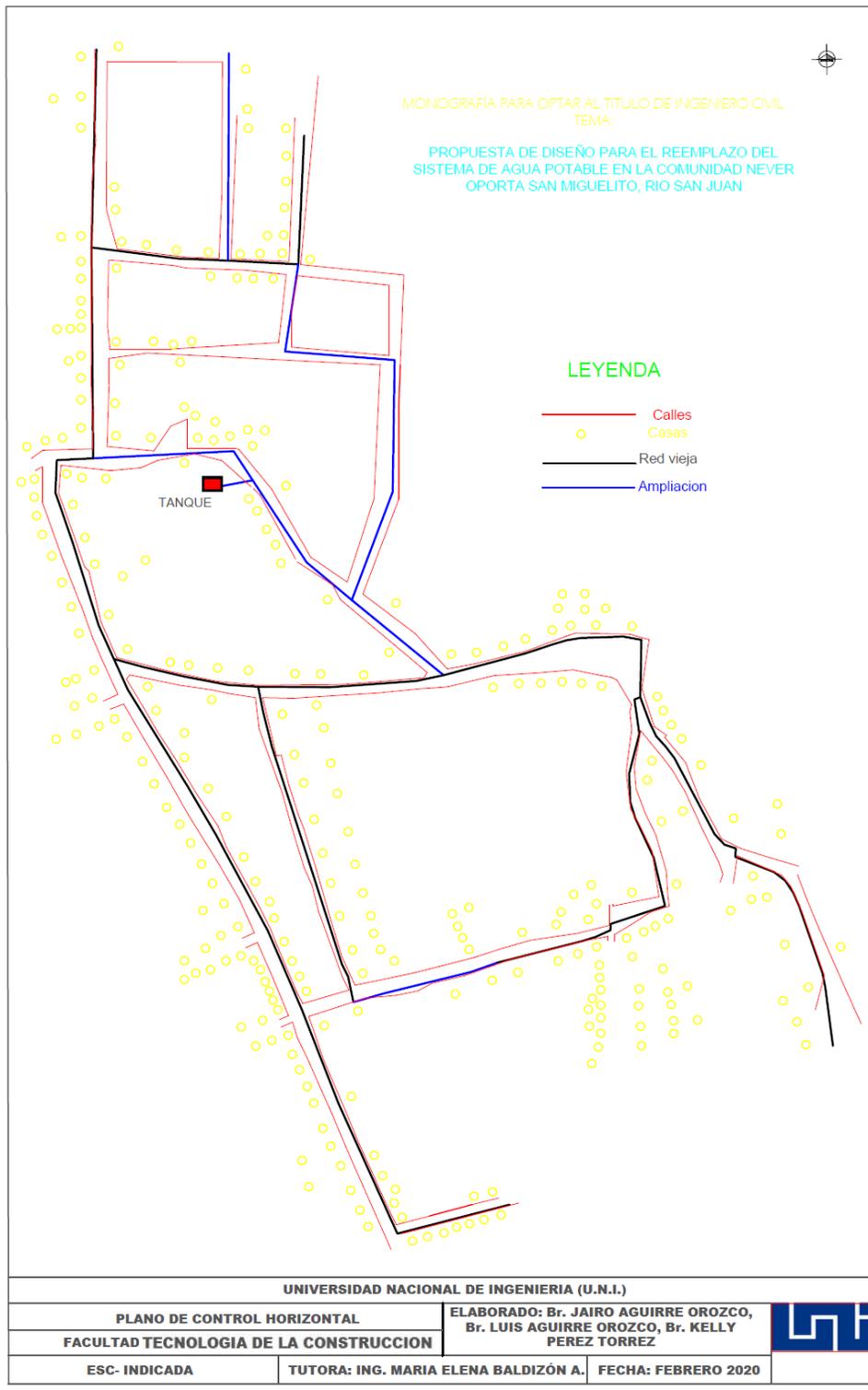
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (U.N.I.)

PORTADA		ELABORADO: Br. JAIRO AGUIRRE OROZCO, Br. LUIS AGUIRRE OROZCO, Br. KELLY PEREZ TORREZ	
FACULTAD- TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION			
ESC- INDICADA	TUTORA. ING. MARIA ELENA BALDIZON A.	FECHA: FEBRERO 2020	

## Anexo 7 Plano topográfico de conjunto

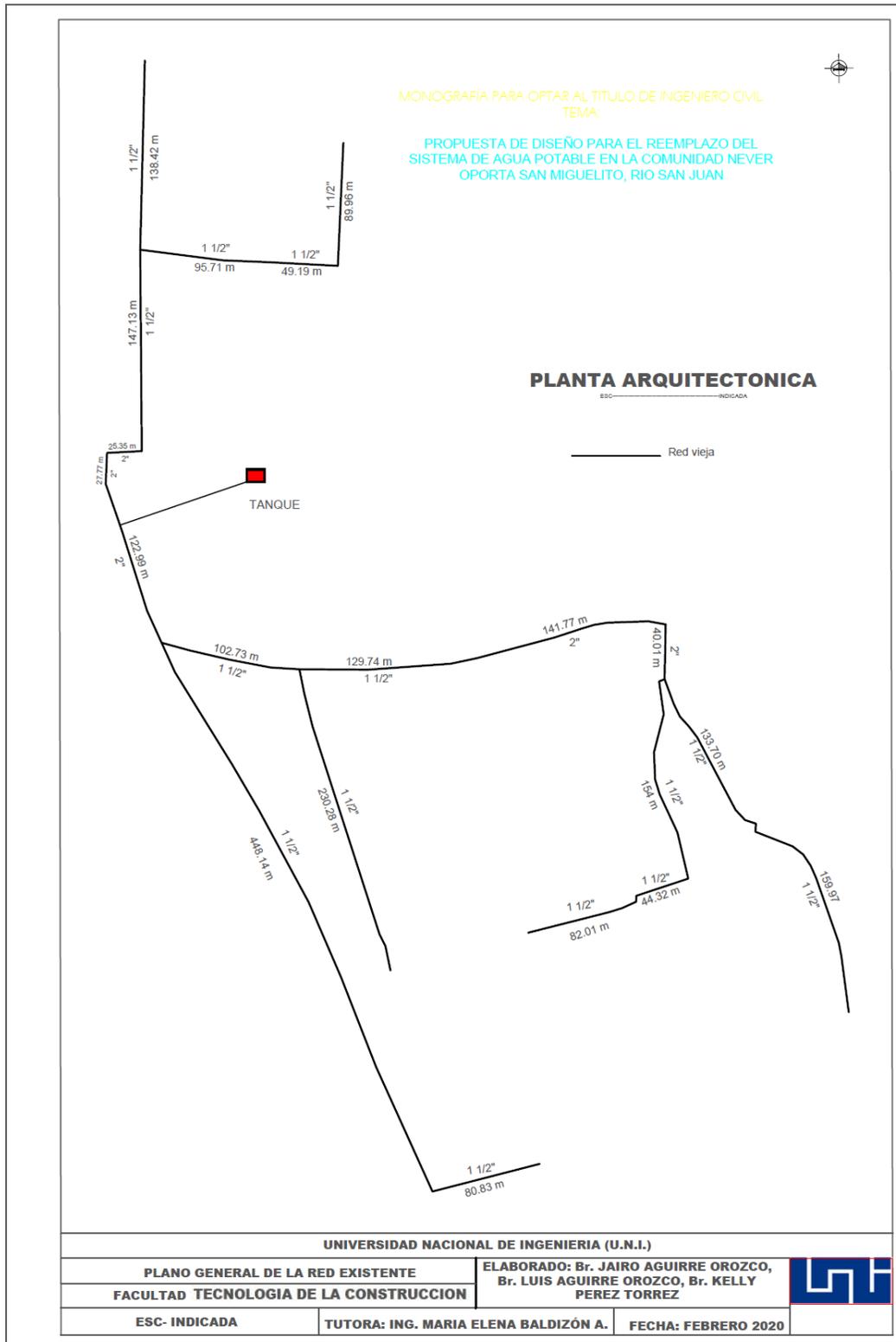


## Anexo 8 Plano de control horizontal



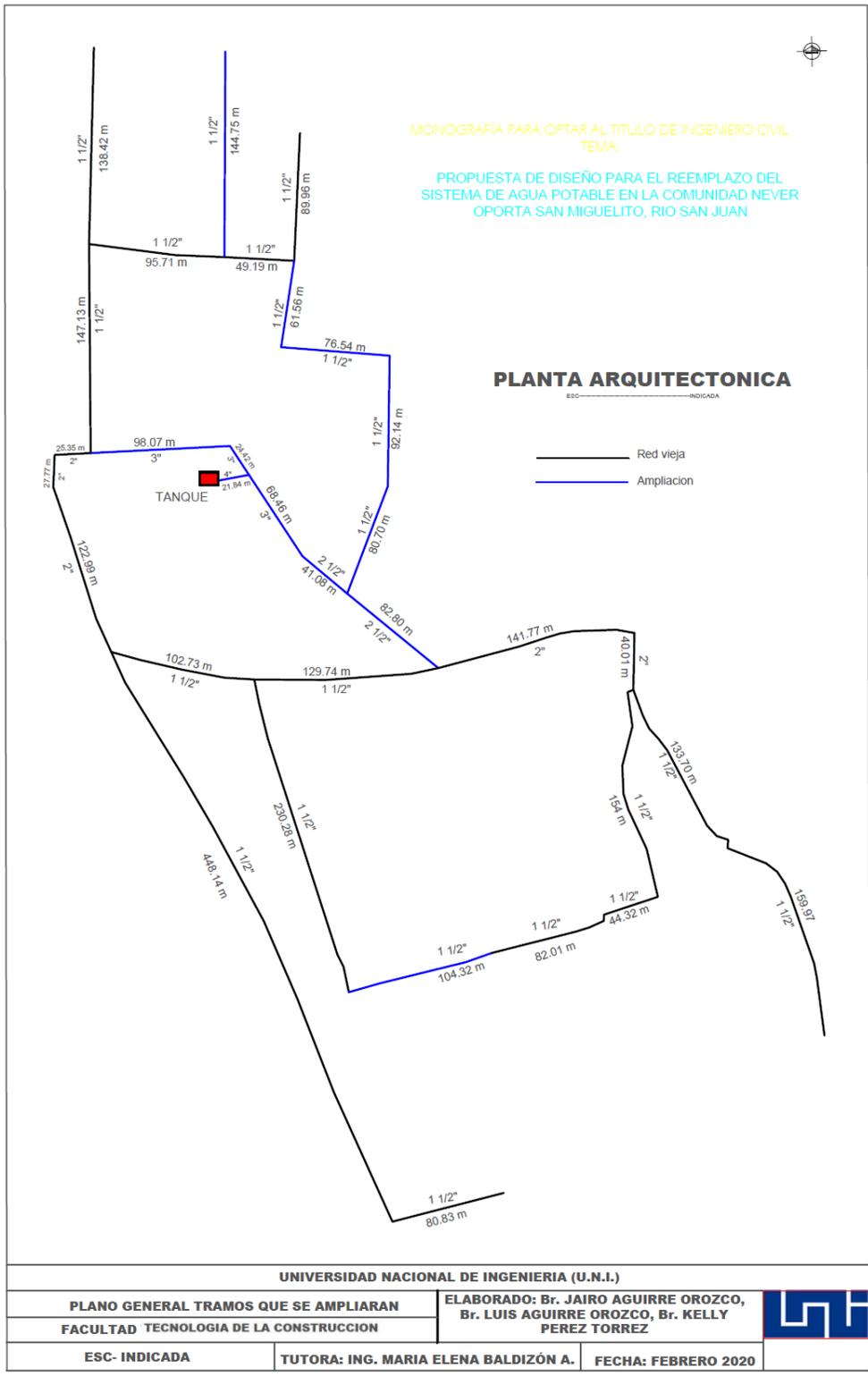
Fuente: Elaboración propia

# Anexo 9 Plano general de red existente



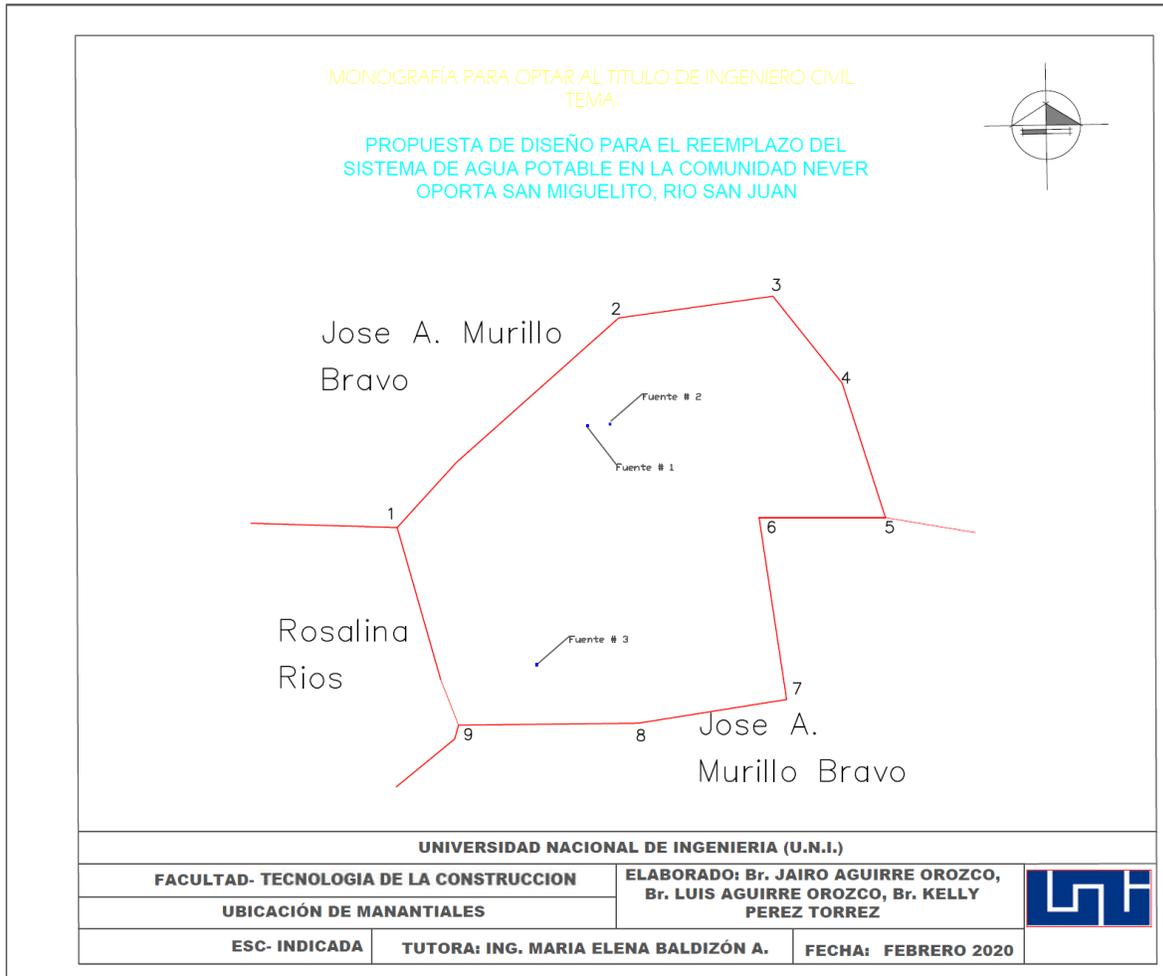
Fuente: Elaboración propia

# Anexo 10 Plano general del tramo que se ampliara



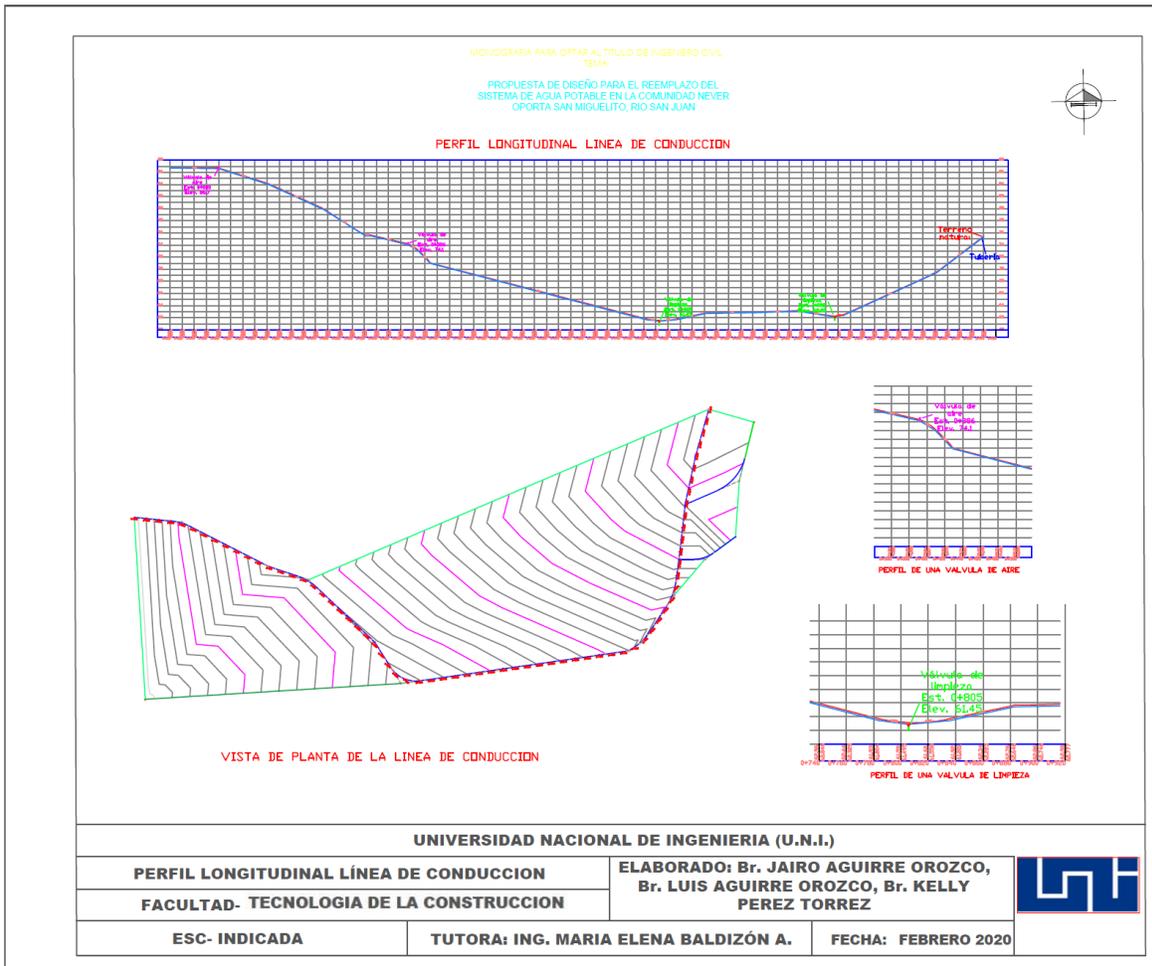
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 11 Ubicación del manantial



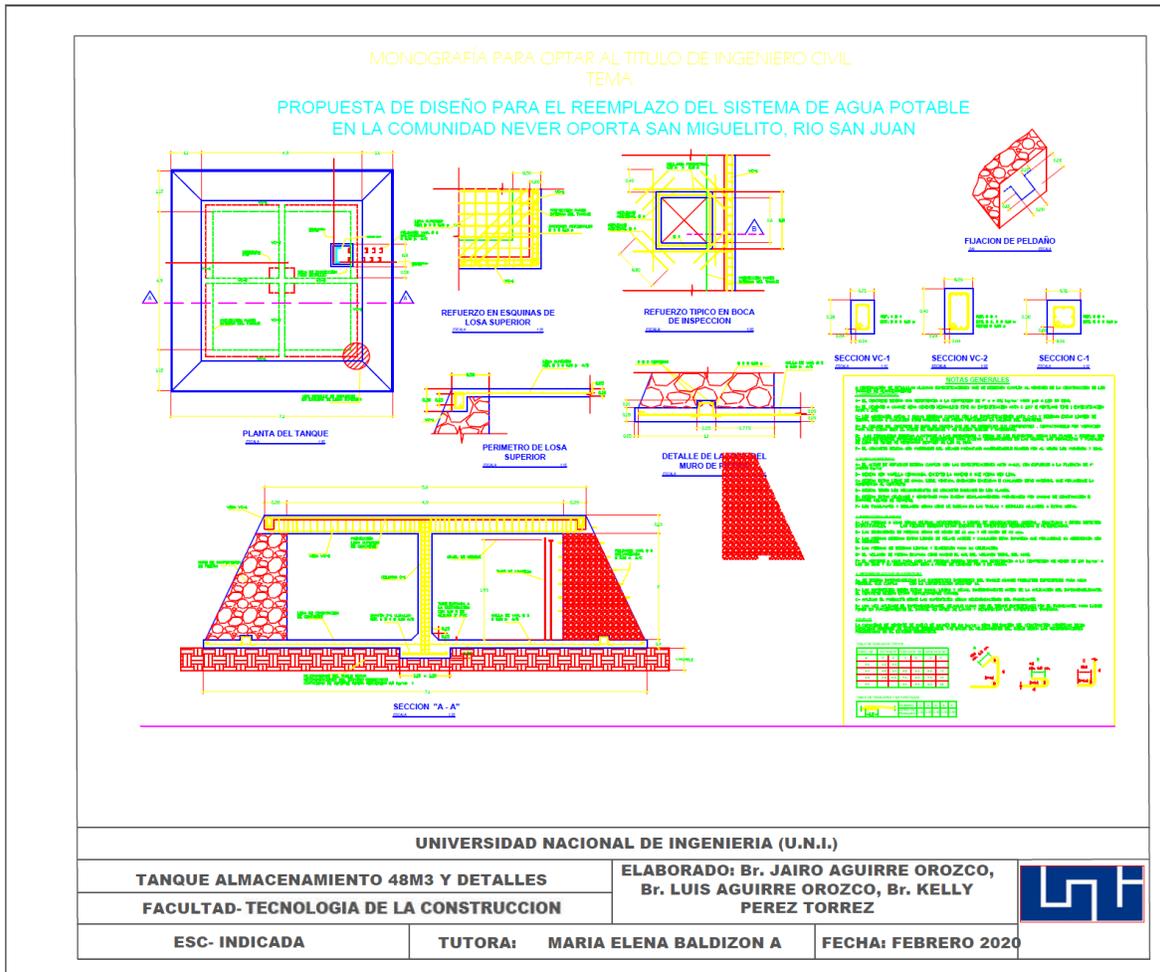
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 12 Perfil longitudinal de la línea de conducción



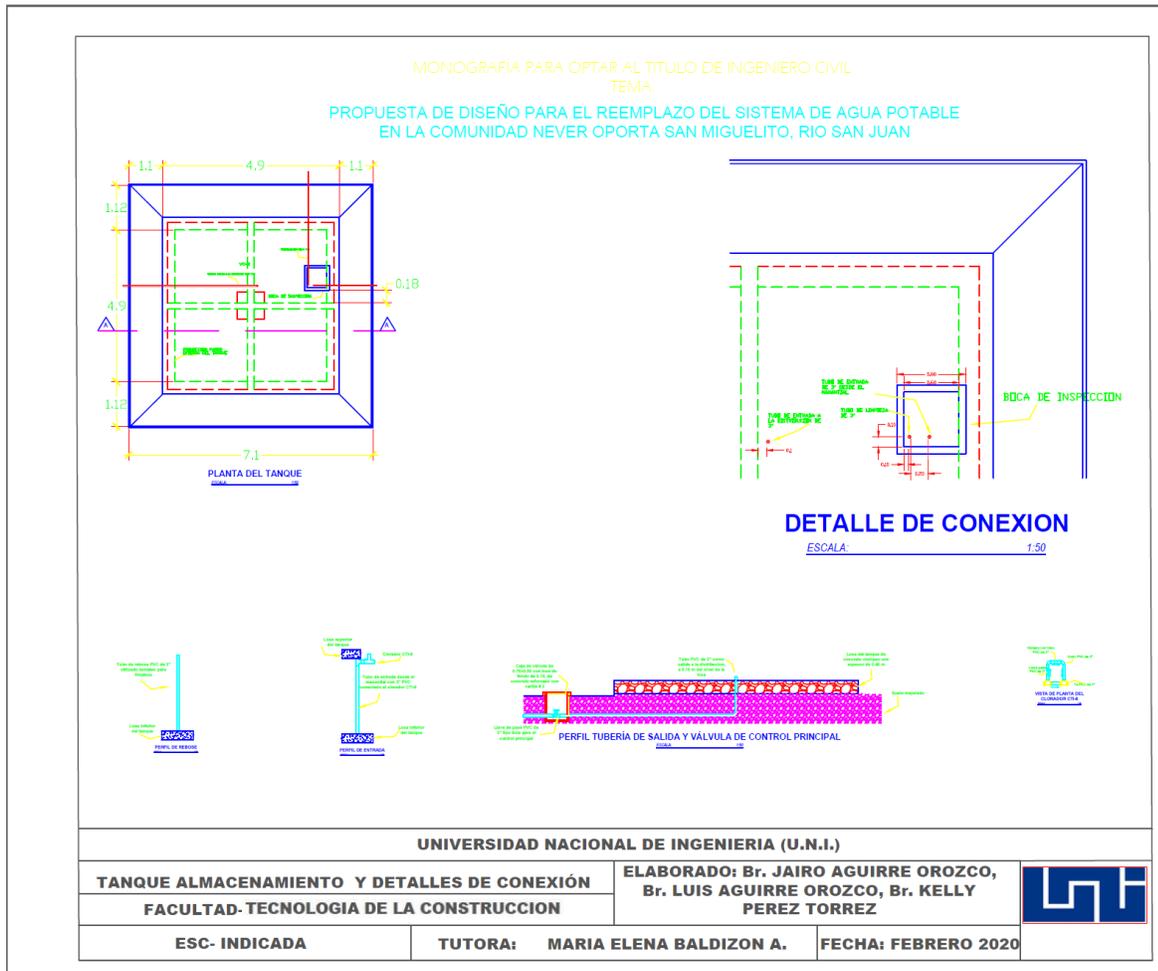
Fuente: Elaboración propia

# Anexo 13 Plano de almacenamiento y detalles



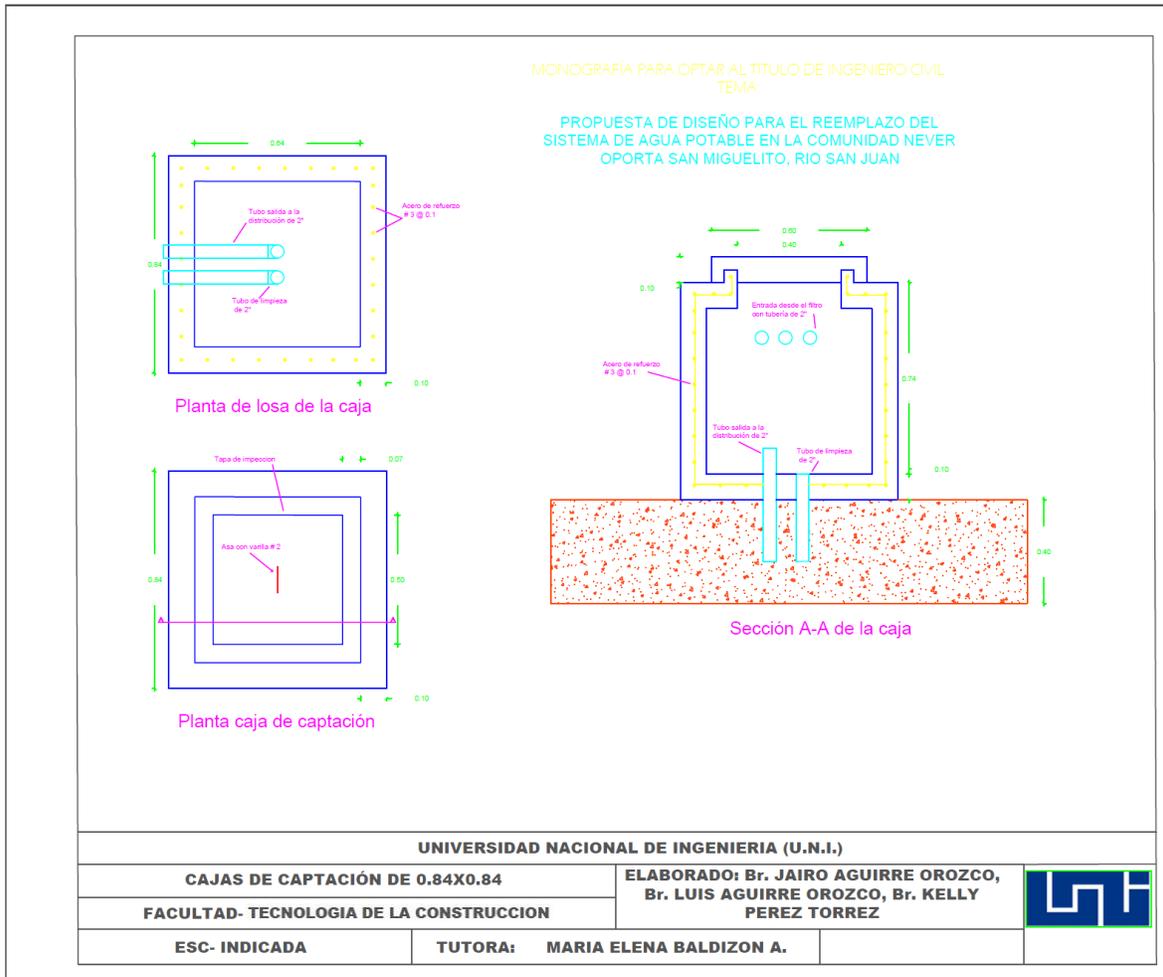
Fuente: Elaboración propia

# Anexo 14 Plano de detalles de conexión



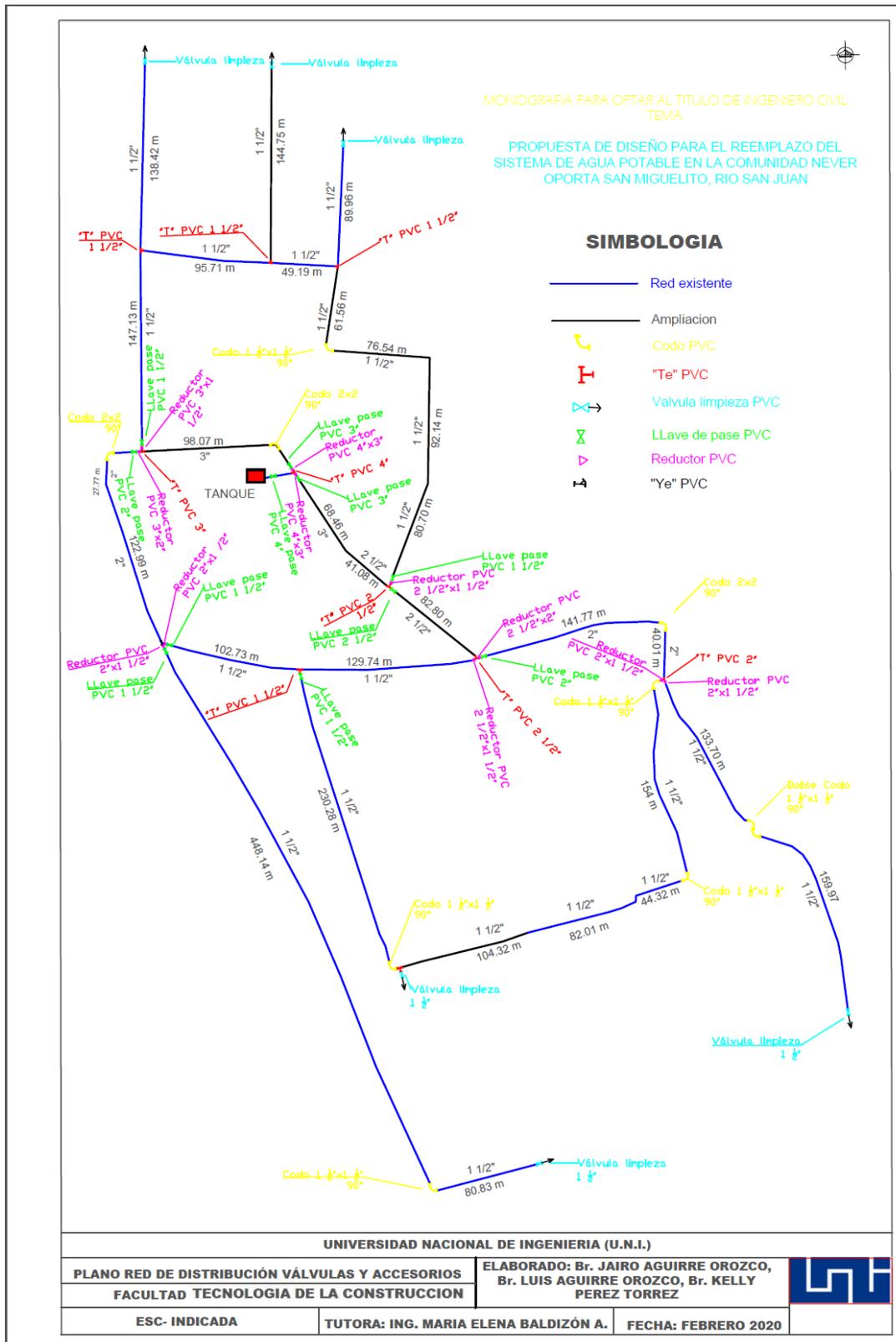
Fuente: Elaboración propia

# Anexo 15 Plano de cajas de captación

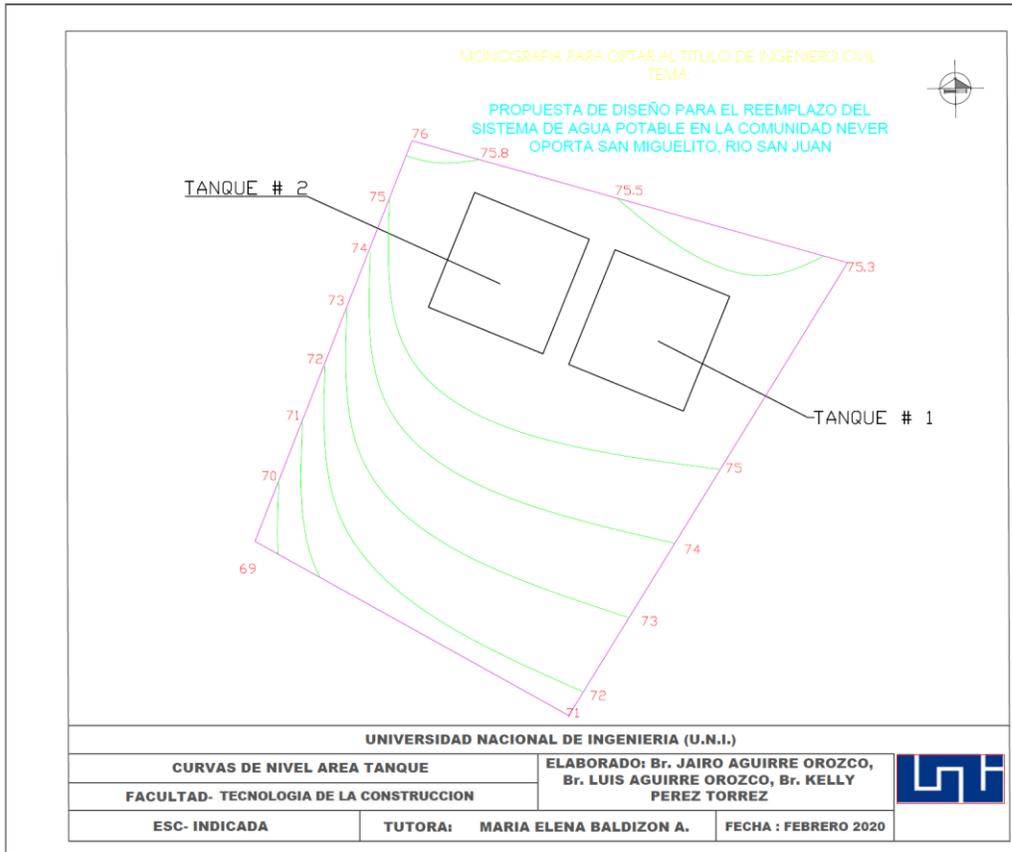


Fuente: Elaboración Propia

# Anexo 16 Plano de red de distribución de válvulas y accesorio



## Anexo 17 Plano de curvas de nivel del tanques



Fuente: Elaboración Propia