



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

**Monografía**

**DISEÑO DE MINIAUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO DE LA  
COMUNIDAD LOS LAURELES MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA, RCCS.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Oscar David Gaitán Nicundano.  
Br. Jelsin Cruz Gaitán Nicundano.

**Tutor**

Ing. María Elena Baldizón Aguilar.

Managua, Junio del 2022

## DEDICATORIA

Con todo amor y cariño, esta monografía está dedicada primeramente a Dios nuestro señor que nos dio la oportunidad de vivir, fuerza de voluntad y sabiduría para realizar y culminar este estudio superior y así poder optar al título de ingeniería civil y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño a mis padres, por tantos años de comprensión e infinita paciencia, acompañándome en el largo trayecto de mi vida diaria.

A mi madre, Irma Nicundano Ortega y a mi padre, Mateo Gaitán Pérez, por su interminable amor y entereza, que me dieron la vida y su compañía en todo momento, por darme una carrera universitaria, armas para mi futuro, por creer en mí, por su absoluto apoyo en los momentos más difíciles y además toda mi familia por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi tutor, la Ing. María Elena Baldizón Aguilar por su gran ayuda incondicional, consejos y buenos deseos en este proceso de culminación de mi carrera y a todos los docentes y compañeros que han hecho posible que se lograsen todos los estudios en la trayectoria de mi desarrollo intelectual hasta hoy.

Oscar David Gaitán Nicundano

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios padre todopoderoso por haberme dado la Vida la fuerza de voluntad, sabiduría y permitido llegar al final de una de mis metas, culminar mi carrera universitaria.

Así mismo, a mis padres quienes fueron parte de todo este proceso en su apoyo incondicional, moral y económico, por brindarme un gran ejemplo, a mi madre quien ha estado con sus atenciones en cada momento para lograr esta meta.

A mi padre, Mateo Gaitán Pérez él fue la clave en encaminarme en esta carrera transmitiéndome sus conocimientos habilidades y darme su apoyo en los momentos más difíciles y a pesar de todas las decisiones nunca dudo en apoyarme en mis metas por ser un gran padre todo este esfuerzo no habría sido posible sin él.

Jelsin Cruz Gaitán Nicundano

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios nuestro señor, por darnos la vida y permitirnos culminar nuestra carrera universitaria, por permitirnos cerrar este maravilloso capítulo de enseñanza.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo incondicional en nuestra educación superior que hoy coronamos. Gracias especialmente a nuestra tutora MSc Ing. María Elena Baldizón Aguilar por guiarnos en la senda correcta para la culminación exitosa de nuestra carrera.

Gracias especialmente a nuestros profesores por la enseñanza constante y el conocimiento compartido a lo largo de estos cinco años, a nuestros compañeros por haber aportado tantas cosas buenas a lo largo de nuestra carrera y a todos aquellos que directa o indirectamente tuvieron participación en la realización de este gran logro.

## ABREVIATURAS

### Acrónimos

ACI	American Concrete Institute.
ANSI	American National Standards Institute.
ASTM	American Standard for Testing and Materials.
CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento.
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia.
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos.
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo.
NTON	09001- 99 Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.
NTON 09002-	99 Normas técnicas de saneamiento básico rural.
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
MINSA	Ministerio de Salud.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
RNC	Reglamento Nacional de la Construcción.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

## Unidades de medida

cm	Centímetros.
gl	Galones.
Gpm	Galones por minuto.
Gppd	Galones por persona por día.
hf	Perdidas friccionantes.
hl	Perdidas localizadas.
HP	Horse Power.
Kpa	Kilo pascal.
KW	Kilo watts.
Lppd	Litros por persona por día.
Lps	Litros por segundo.
Lts	Litros.
NPM	Número Más Probable.
mm	Milímetros.
m/seg	Metros por segundos.
m	Metros.
m 2	Metros cuadrados.
m 3	Metros cúbicos.
m.c.a.	Metros columna de agua.
mg/lt	Miligramos por litro.
m. s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar.
plg	Pulgadas.
UNT	Unidades de Turbidez.

## Diversas

CMD	Consumo Máximo Día.
CMH	Consumo Máximo Hora.
CPD	Consumo Promedio Diario.
CPDT	Consumo Promedio Diario Total.
CTD	Carga Total Dinámica.
G.A.	Golpe de Ariete.
H.F.	Hierro Fundido.
H.G.	Hierro Galvanizado.
MABE	Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico.
MAG	Mini Acueductos por Gravedad.
PEA	Población Económicamente Activa.
PEI	Población Económicamente Inactiva.
PPCBM	Pozo Perforado Con una Bomba de Mecate.
PVC	Cloruro de polivinilo.
SAAP	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

## RESUMEN

Se presenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Los Laureles Municipio de Nueva Guinea, RCCS para un periodo de 20 años (2021 -2041), con el propósito principal de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico - sanitarias y a la implementación de un servicio de calidad.

El sistema fue diseñado a partir de las Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua NTON 09003-99 considerando a la comunidad como semi rural debido a las particularidades y características que posee la comunidad en la zona. Para su diseño se tomaron criterios hidráulicos que garanticen el funcionamiento eficiente durante la vida útil de la obra.

El diseño comprende la red de conducción de la fuente, en este caso, un pozo hasta un tanque de almacenamiento donde el vital líquido circulará a presión utilizando una bomba sumergible de 10 HP de potencia. Se dimensionaron las tuberías en la red de distribución con sus válvulas necesarias, velocidades y presiones para que garanticen el flujo en los domicilios.

Se desarrollaron componentes para fortalecer el propósito del proyecto como es el diagnóstico a partir de información in situ, complementándolo con datos suministrados por los entes competentes en el área.

Se elaboró un estudio demográfico de la comunidad con el objetivo de determinar a través del método geométrico la proyección futura para el periodo de diseño de este sistema, obteniendo así el consumo máximo diario de 3.15 lps y un consumo máximo horario de 4.92 lps requerido por la población para el año 2041.

Posteriormente, se efectuó un levantamiento topográfico con estación total de 14,678.41 metros entre la línea de conducción y la red de distribución, en el que se

detallan los accidentes y variaciones de cotas del terreno, lo que permitió definir la configuración del sistema y su funcionamiento por bombeo.

El costo total de la obra es de C\$ 7,835,081.18 (siete millones, ochocientos treinta y cinco mil ochenta y un córdobas con dieciocho centavos), Para darle curso a la construcción de este proyecto se realizan los planos, especificaciones técnicas, la planificación.

El trabajo se clasifica en seis capítulos, los que presentan la siguiente secuencia lógica:

Capítulo 1: Aspectos Generales.

Capítulo 2: Descripción del Área de Estudio y Sistema Existente.

Capítulo 3: Marco Teórico.

Capítulo 4: Metodología.

Capítulo 5: Cálculos y Resultados.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.

## CONTENIDO

<b>I. ASPECTOS GENERALES</b> .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos .....	4
<b>II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO Y SISTEMA EXISTENTE</b> .....	5
2.1 Descripción general del municipio .....	6
2.1.1 Ubicación de la comunidad .....	7
2.1.2 Limites .....	7
2.1.3 Localización .....	7
2.1.4 Población .....	9
2.1.5 Educación .....	9
2.1.6 Salud.....	9
2.1.7 Agua y saneamiento .....	9
2.1.8 Energía Eléctrica.....	9
2.1.9 Vías de Acceso y Transporte .....	10
2.1.10 Servicios municipales.....	10
2.1.11 Actividades económicas.....	11
2.1.12 clima y precipitación.....	11
2.2 Descripción de las obras hidráulicas existentes. ....	12
<b>III. MARCO TEORICO</b> .....	14
3.1 Agua Potable .....	15
3.2 Análisis de calidad del agua. ....	15
3.2.1 Examen físico .....	15
3.2.2 Análisis químico .....	17
3.2.3 Análisis bacteriológico.....	17
3.3. Estudio Topográfico.....	18

3.3.1 Levantamiento Topográfico .....	18
3.3.2 Datos topográficos .....	18
3.4 Proyección de población y Consumos.....	19
3.4.1 Población de diseño .....	19
3.4.2 Consumos .....	19
3.5 Elementos de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable .....	21
3.5.1 Fuente de Abastecimiento.....	21
3.5.2 Sistema de abastecimiento de agua.....	23
3.5.3 Almacenamiento .....	27
3.5.4 Estación de bombeo .....	28
3.5.5 Red de distribución .....	30
3.5.6 Accesorios y obras complementarias .....	31
3.6 Parámetros considerados para la estructura de costos .....	33
3.6.1 Costo directo.....	33
3.6.2 Costos indirectos.....	34
3.6.3 Costos administrativos .....	34
3.6.4 Costos de Utilidad.....	34
3.6.5 Costos de operación .....	34
3.6.6 Costos por servicios especializados.....	35
3.6.7 Costos imprevistos.....	35
3.6.8 Costos de Administración Central .....	36
3.6.9 Impuestos .....	36
3.6.10 Criterios considerados para la elaboración del presupuesto .....	36
<b>IV. METODOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
4.1 Estudios de Campo .....	38
4.1.1. Recopilación de información .....	38
4.1.2 Encuesta socioeconómica.....	38
4.1.3 Materiales para procesar información .....	38
4.1.4 Levantamiento topográfico .....	39
4.1.5. Estudio Hidrogeológico y de Calidad de Aguas .....	40
4.2 Trabajo de gabinete.....	40
4.2.1. Estudio de Población .....	41
4.2.2 Oferta y demanda de agua.....	43
4.2.3 Diseño hidráulico del sistema.....	46

4.3 Línea de conducción por bombeo.....	50
4.3.1 Velocidad .....	50
4.3.2 Golpe de ariete.....	51
4.3.3 Celeridad.....	51
4.3.4 Tiempo de cierre .....	52
4.3.5 Presión Total.....	52
4.3.6 Volumen del tanque .....	52
4.3.6.1 Dimensiones del tanque.....	53
4.3.7 Pérdida de carga.....	53
4.3.8 Datos para calcular la CT D .....	54
4.3.9 Parámetros .....	54
4.3.10 Almacenamiento .....	55
4.3.11 Red de distribución .....	56
4.3.12 Sistema de desinfección .....	56
4.3.13 Planos constructivos y especificaciones técnicas.....	57
<b>V. CALCULOS Y RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
5.1 Diagnóstico.....	60
5.1.1 Población y Vivienda.....	60
5.1.2 Actividad económica .....	61
5.1.3 Servicios Existentes .....	61
5.1.4 Educación .....	61
5.1.5 Vías de Acceso y Transporte .....	61
5.1.6 Salud.....	62
5.1.7 Situación Habitacional.....	62
5.1.8 Disponibilidad de integración al proyecto .....	63
5.1.9 Situación Económica.....	63
5.1.10 Condiciones Higiénicas de las viviendas.....	64
5.2 Estudio topográfico .....	66
5.2.1 Informe de topografía .....	66
5.2.2 Plano de la comunidad los Laureles.....	67
5.2.3 Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución.....	67
5.2.4 Poligonales donde se ubicó el pozo y tanque de almacenamiento.....	67
5.2.5 Perfil longitudinal de la línea de conducción pozo-tanque (puntos de ubicación) .....	68

5.3 Estudio Geofísico e Hidrogeológicas .....	68
5.3.1 Información general .....	68
5.4 Estimación de población y Consumos .....	69
5.4.1 Estudio de Población .....	69
5.4.1.1 Tasa de crecimiento .....	69
5.4.1.2 Población de diseño .....	70
5.4.2 Consumos de agua .....	70
5.4.2.1 Dotación .....	70
5.4.2.2 Variaciones de consumo .....	70
5.5 Diseño hidráulico del Sistema de Agua Potable.....	71
5.5.1 Fuente de abastecimiento .....	72
5.5.2 Obra de captación .....	72
5.5.3 Cálculo del equipo de bombeo .....	73
5.5.3.1 Condiciones .....	73
5.5.3.2 Sistema operativo FUENTE-TANQUE-RED .....	74
5.5.3.3 Sistema operativo FUENTE-RED-TANQUE .....	76
5.5.3.4 Punto de operación y selección del equipo de bombeo.....	77
5.5.3.5 Tiempo de bombeo .....	78
5.5.3.6 Electrificación del sistema .....	79
5.5.3.7 Línea de conducción por bombeo .....	79
5.5.3.8 Golpe de ariete.....	81
5.5.3.9 Presión total .....	81
5.5.4 Red de distribución .....	82
5.5.4.1 Análisis hidráulico de la Red .....	82
5.5.4.2 Análisis de la red de distribución en Epanet versión 2.0 E .....	82
5.5.4.3 Resultados de la modelación hidráulica .....	83
5.5.4.4 Sistema de operación FUENTE- RED-TANQUE .....	87
5.5.4.5 Bombeo sin consumo en la red .....	90
5.5.4.6 Comparación entre ambos sistemas de operación .....	93
5.5.4.7 Conexiones domiciliarias .....	94
5.5.4.8 Almacenamiento .....	94
5.5.4.9 Tratamiento y desinfección.....	95
5.5.5 Resumen de Obras propuestas.....	96
5.5.6 Identificación de beneficios .....	98

5.5.7 Costos de las obras propuestas .....	99
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	101
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	104
<b>ANEXOS</b> .....	108
<b>Anexo I. Estudio geofísico e Hidrogeológico</b> .....	109
Anexo II: Tablas .....	127
Anexo III. Graficas .....	132
Anexo IV. Bomba Propuesta .....	134
Anexo V. Encuesta Socio económica EI NUEVO FISE .....	136
Anexo VI. Encuesta INIDE .....	140
Anexo VII. Presupuesto Detallado.....	141
Anexo VIII. Planos .....	149

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Macro Localización .....	7
Ilustración 2: Micro Localización.....	8
Ilustración 3: localización de la comunidad los laureles.....	8
Ilustración 4: Distribución de la Población .....	60
Ilustración 5: Condición de la vivienda .....	63
Ilustración 6: Población económicamente activa .....	64
Ilustración 7: Disposición de Excretas .....	65
Ilustración 8: Estado de Letrinas .....	65
Ilustración 9: Demanda base.....	83
Ilustración 10: Presiones y velocidades.....	84

Ilustración 11: Presiones y velocidades. Condición de análisis: Bombeo de máximo día con CMH en la red. ....	87
Ilustración 12: Presiones y velocidades.....	90
Ilustración 13: Mapa de localización del área de estudio con las microcuen .....	109
Ilustración 14: cercanías del sitio 2 .....	110
Ilustración 15: Mapa de calidad de agua regional en la comunidad Los Laureles .....	112
Ilustración 16: Mapa con localización de los sitios donde se hizo el estudio geofísico .....	113
Ilustración 17: Sección geo eléctrica interpretada y reconstruida con los resultados de la inversión efectuada a los sondeos geofísicos a lo largo del perfil 1 en Los Laureles. ....	115
Ilustración 18: Sección geo eléctrica interpretada y reconstruida con los resultados de la inversión efectuada a los sondeos geofísicos a lo largo del perfil 2 en Los Laureles. ....	116
Ilustración 19: Mapa de ubicación de los sitios 1 y 2, preferenciales para perforación de pozos.....	117
Ilustración 20: Micro cuencas comunidad los laureles.....	120
Ilustración 21: Mapa Hidrogeológico .....	122
Ilustración 22: Sitio de pozo propuesto .....	123
Ilustración 23: Mapa Hidrogeoquímico .....	125
Ilustración 24: Localización de Red de monitoreo hidrológica .....	126

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Periodo de Diseño.....	42
Tabla 2: Dotación de agua .....	44
Tabla 3: Tipos de consumo .....	44

Tabla 4: Perdidas localizadas en los Accesorios .....	50
Tabla 5: Valores de K para diferentes materiales de tubería. ....	52
Tabla 6: Coeficientes de rugosidad .....	53
Tabla 7: Diámetros de columna de bombeo y caudal de bombeo .....	55
Tabla 8: Censos Poblacionales .....	69
Tabla 9: Demandas y caudales de diseño.....	71
Tabla 10: Características de obra de captación .....	72
Tabla 11: Condiciones para cálculo de equipo de bombeo .....	73
Tabla 12: Características del equipo de bombeo .....	77
Tabla 13: Tabla resumen de resultados del equipo de bombeo .....	78
Tabla 14: Horas de bombeo.....	79
Tabla 15: Diámetro técnico económico sistema F-T-R .....	80
Tabla 16. Presiones en los Nodos. Condición de análisis: CMH en la red por gravedad.....	84
Tabla 17. Velocidades en los tramos de la red. Condición de análisis: CMH en la red por gravedad.....	85
Tabla 18: Presiones en los nodos. Condiciones de análisis: Bombeo de máximo día con CMH en la red. ....	88
Tabla 19. Velocidades en los tramos. Condición de análisis: Bombeo de máximo día con CMH en la red. ....	89
Tabla 20. Presiones en los Nodos. Condición de análisis: Bombeo sin consumo en la red.....	91
Tabla 21. Velocidades y pérdidas en las tuberías. Condición de análisis: Bombeo sin consumo en la red.....	92
Tabla 22. Comparación técnica de redes .....	93
Tabla 23: Características del pozo propuesto .....	97

Tabla 24: Características de la bomba A requerir .....	97
Tabla 25: Características de la red de distribución propuesta .....	98
Tabla 26: Características del tanque de almacenamiento propuesto .....	98
Tabla 27: Presupuesto General del Proyecto .....	100
Tabla 28: Sitios propuestos para la perforación de pozos .....	118
Tabla 29: caracterización de las Micro cuencas .....	121
Tabla 30: Sitios propuestos .....	123
Tabla 31: Valores medios de accesorios .....	127
Tabla 32. Poligonal del pozo propuesto .....	128
Tabla 33. Poligonal de tanque .....	128
Tabla 34: Cuadro de derroteros .....	128
Tabla 35: Cuadro de Banco de Nivel .....	130
Tabla 36 Cuadro de Líneas .....	131

# **I. ASPECTOS GENERALES**

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Introducción**

El recurso natural más indispensable para la vida es el agua. Este vital líquido cubre casi cuatro quintas partes de la superficie terrestre y en los seres humanos representa el 70 por ciento del peso total del cuerpo, sin embargo, la escasez y la mala calidad de agua potable; definida como: aquella agua que no contiene sustancias o microorganismos que puedan perjudicar la salud, se hace notoria no solo en nuestro país sino también en el resto del mundo.

El agua es el componente más importante existente en la tierra como se ha visto, desde los primeros asentamientos, el hombre ha intentado permanecer cerca del agua. Su existencia es indispensable para la vida y, por ello, los asentamientos no podían establecerse lejos de una fuente, un manantial, un lago, un arroyo o un río que satisfaga sus necesidades.

Según la Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud (ENDESA) presenta que el 66% de las viviendas acceden a la red de agua potable y segura; este porcentaje varía drásticamente según la zona geográfica, siendo el 91.20 por ciento en zonas urbanas y el 30.5 por ciento en zona rural.

El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Los Laureles, empleando bombeo eléctrico (MABE) ya que cuenta con el servicio de energía eléctrica, de tal forma que garantice la calidad, cantidad y continuidad, satisfaciendo una de las necesidades básicas de los consumidores y solucionando la problemática de un inadecuado manejo de abastecimiento de agua.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de sus habitantes, reduciendo las carencias con las que viven recorriendo largas distancias

para poder llevar el agua hasta sus hogares y satisfacer todas sus necesidades cotidianas.

## **1.2 Antecedentes**

Dentro de las necesidades básicas de la comunidad se encuentra el recurso agua, en la actualidad se suministra por medio de un sistema de abastecimiento por puestos públicos el cual fue construido en el año 1998 y que no es suficiente para cubrir la demanda de la comunidad, la fuente principal es origen subterráneo que posterior sale a la superficie a través de ojos de agua, el agua es captada con un prefiltro que luego se dirige a un pozo húmedo, con una calidad del agua que los locales la describen como buena sin haber información sobre la calidad de la misma.

No existen estudios para mejorar el suministro del vital líquido en la comunidad de acuerdo a la información recopilada, por lo tanto, no existe un diseño que les permita suministrarle agua de calidad y en cantidades suficientes

La Comunidad Los Laureles pertenece al municipio de Nueva Guinea, RACCS. Se localiza al norte de Nueva Guinea sobre la carretera hacia Managua, a una distancia de 38 kms. De Managua hacia los Laureles hay una distancia aproximadamente de 258 kms de los cuales 253 son pavimentados y 5 son de macadán de todo tiempo.

## **1.3 Justificación**

Los pobladores de la comunidad los Laureles, actualmente cuenta con un sistema de agua potable que fue diseñado para 12 puestos públicos de agua, red que cubre 8 cuadras del área central, debido al incremento poblacional los ciudadanos introdujeron la red potable a las viviendas, causando escases del vital líquido. Actualmente es la minoría la que se abastece de este sistema, dicho servicio es insuficiente en su abastecimiento ya que se brinda de media a una hora de servicio

diario por lo cual no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable de distribución domiciliar.

La mayoría de las viviendas se abastecen de pozos excavados, teniendo que acarrear el agua desde 30 hasta 200 metros de distancia, lo antes expresado lleva a afirmar que es urgente diseñar y construir un sistema de abastecimiento de agua potable que beneficie a la comunidad.

El agua subyacente de los estratos locales, para consumo presenta altos niveles de contaminación, sin ningún tipo de pre tratamiento, (tratamiento básico y/o primario), esto evidencia elevados índices de enfermedades de origen hídrico, que provocan incluso la muerte, principalmente a los niños, grupo más vulnerable. Estas dolencias repercuten en la economía familiar y territorial, porque genera gastos medicinales, entre otros.

Los consumidores, expresan que, el agua es de buena calidad cabe mencionar que nunca han realizado análisis de calidad de las aguas que consumen. Con la implementación del diseño, el sistema de distribución de agua potable se proyecta suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con capacidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores mejorando su nivel de vida y disminuyendo los numerosos casos de enfermedades causadas por las situaciones antes expuestas.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

Realizar el diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico de la comunidad Los Laureles del municipio de Nueva Guinea, RCCS en apoyo al fortalecimiento de las investigaciones para el desarrollo de los municipios del país.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- 1) Realizar censo y estudio socioeconómico de la comunidad con el fin de conocer el estado actual de la comunidad.
- 2) Realizar estudios topográficos para determinar las características planimétricas y altimétricas del terreno.
- 3) Efectuar estudios de suelos y revisar los estudios hidrológicos para determinar la fuente de abastecimiento.
- 4) Determinar la oferta y demanda actual y futura de agua potable para un período de diseño de **20 años**.
- 5) Realizar el diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable y redimensionar las obras hidráulicas existente para mejorar la calidad del servicio de agua potable de la comunidad
- 6) Diseñar la red de distribución para el abastecimiento de agua potable utilizando el programa EPANET.
- 7) Determinar el costo y presupuesto de las obras propuestas.
- 8) Elaborar planos y especificaciones técnicas de obras propuestas.

## **II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO Y SISTEMA EXISTENTE**

## 2.1 Descripción general del municipio

El municipio de Nueva Guinea se localiza al sureste de Nicaragua, aproximadamente a 292 Km de Managua, con una extensión territorial de 2,774 km<sup>2</sup>, está ubicada entre las coordenadas Latitud 11° 41' Norte y Longitud 84° 27' Oeste. Limita al Norte con los Municipios de Muelle de los Bueyes y Rama; al Sur con San Carlos, El Castillo y Bluefields; al Este con El Rama y Bluefields; al Oeste con el Municipio de El Coral, El Almendro y San Miguelito.

La actividad económica predominante en el municipio es el sector agropecuario, teniendo mayor impacto la producción agrícola, ya que la actividad ganadera está destinada fundamentalmente al consumo interno local y nacional, así también están destinadas áreas para la agricultura siendo el principal rubro los granos básicos, yuca, piña para la economía del municipio.

De acuerdo a la jerarquía de asentamientos urbanos la comunidad Los Laureles pertenece al Distrito de Talolinga, situada a 45 km al Norte de la cabecera Municipal de Nueva Guinea, que se encuentra en el suroeste de la Región Autónoma del Atlántico Sur. El acceso a este poblado desde Managua es a través de carretera pavimentada y otra parte por camino macadán levemente afectado por quebradas que lo atraviesan de este a oeste, el cual comunica con otras comunidades como El Triunfo, Los Mirandas y Talolinga.

La Comunidad Los Laureles, de acuerdo a la División Política-Administrativa pertenece al Municipio de Nueva Guinea Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). Se encuentra ubicada a 45 km al norte de la cabecera Municipal de Nueva Guinea. Tomando como referencia a dicha comunidad se puede decir que existen camino de todo tiempo el cual comunica con otras comunidades vecinas a la comunidad.

## 2.1.1 Ubicación de la comunidad

Está enmarcada entre las coordenadas UTM (764906 - 1308841) con una elevación media aproximada de 260 msnm. Limita con las siguientes comunidades: al norte con la Comarca El Zapote al sur Colonia El Carocito, al este Colonia San Martín, y al Oeste con el poblado Las Mirandas.

## 2.1.2 Límites

Al norte con la comarca el Zapote.

Al sur con colonia Caracito.

Al este con colonia San Martín.

Y al oeste con el poblado Las Miradas.

## 2.1.3 Localización

### 2.1.3.1 Macro Localización

Ilustración 1: Macro Localización



Fuente: INETER

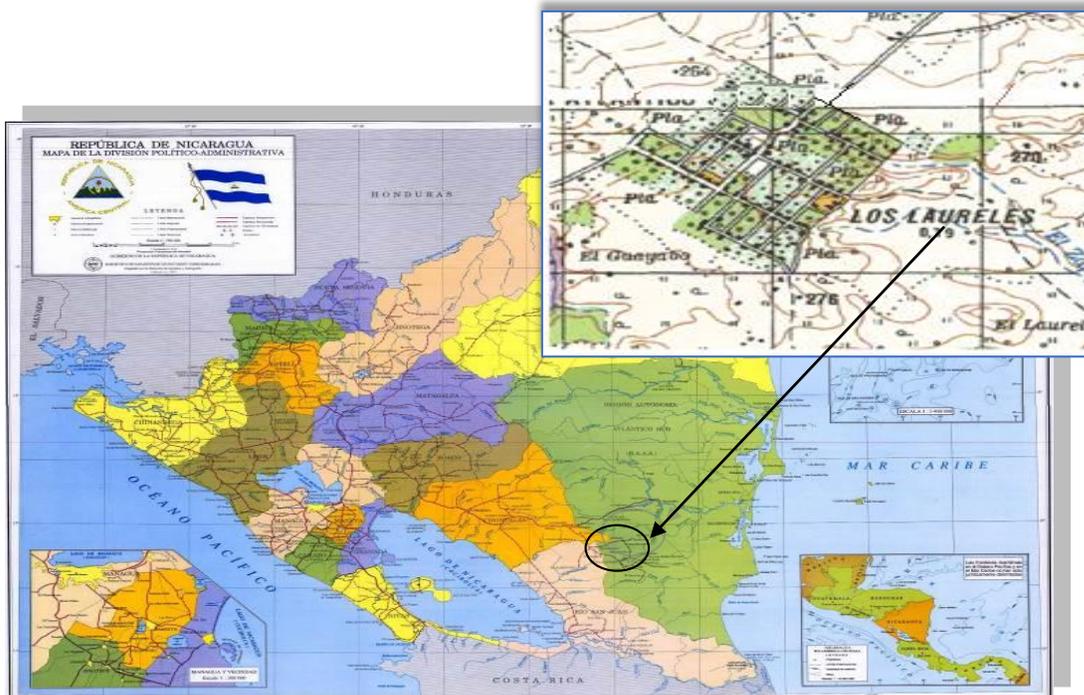
### 2.1.3.2 Micro localización

Ilustración 2: Micro Localización



Fuente: Mapa de inerte; Google Ear

Ilustración 3: localización de la comunidad los laureles



Fuente: INETER

#### **2.1.4 Población**

La comunidad tiene una población de 1200 habitantes de acuerdo al instituto nacional de desarrollo INIDE (ver anexo tabla 4) la que se definirá luego de la realización de la encuesta socioeconómica.

#### **2.1.5 Educación**

En la comunidad existe un centro escolar que atiende cuatro modalidades: preescolar, primaria, secundaria regular y secundaria a distancia. Se atiende un total de 221 estudiantes.

#### **2.1.6 Salud**

La comunidad Los Laureles cuenta con un puesto de salud donde son atendidos los pobladores.

#### **2.1.7 Agua y saneamiento**

La comunidad no cuenta con un Sistema de Agua para consumo humano y la población esta propensa a percibir enfermedades de origen hídrico; la mayoría hacen uso de pozos excavados a mano, pozos comunales y algunas viviendas están conectadas a un sistema de agua con un servicio de una hora diaria; el agua la utilizan para consumo, Preparación de alimentos, aseo personal y lavar ropa.

#### **2.1.8 Energía Eléctrica**

La energía eléctrica es suministrada de la red nacional, no todas las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, cuentan con servicio de alumbrado público.

## 2.1.9 Vías de Acceso y Transporte

### 2.1.9.1 Vías de acceso

En los Laureles, se cuenta con un camino de acceso de todo tiempo, construido de macadán, actualmente la trocha está en regular estado, con una distancia de 5 km. del desvío, o más bien de la comarca las Miradas la que se encuentra al borde de la carretera Managua- Nueva Guinea. Quedando la cabecera Municipal a unos 32 km. La comunidad cuenta con calles internas en buen estado con dimensiones suficientes para realizar los trabajos.

### 2.1.9.2 Transporte

La comunidad de los Laureles, por su ubicación, tiene acceso a transporte colectivo que viaja de la comunidad Talolinga pasando por los Laureles con destino a Managua. De igual manera existen unidades de transporte colectivo que cruzan por la comunidad hacia la cabecera municipal; así mismo existen Bicicletas, Motos y medios diversos que son utilizados por los comunitarios para movilizarse.

### 2.1.9.3 Comunicaciones.

La comunidad Los Laureles tiene acceso a la señal de telefonía móvil Claro y Tigo.

## 2.1.10 Servicios municipales

- a. **Cementerio:** Si hay en la comunidad.
- b. **Parque Recreativo:** La comunidad cuenta con un parque recreativo donde asisten los pobladores de todas las edades.

- c. **Manejo de residuos sólidos:** La comunidad no cuenta con un sistema de manejo de residuos sólidos (recolección, transporte, disposición y tratamiento) por lo tanto se observan en el poblado bolsas plásticas, botellas plásticas, desechos sólidos domiciliarios, fecalismo de animales domésticos. La población quema los desechos sólidos domiciliarios en los patios, provocando contaminación del aire que al respirarse provoca enfermedades respiratorias y afecciones en la piel.

### **2.1.11 Actividades económicas**

La actividad económica predominante en el municipio es el sector agropecuario, teniendo mayor impacto la producción agrícola, ya que la actividad ganadera está destinada fundamentalmente al consumo interno local y nacional, así también están destinadas áreas para la agricultura siendo el principal rubro los granos básicos, yuca, piña para la economía del municipio.

Las principales actividades de patio que predominan en esta comunidad es la crianza de cerdos y gallinas los cuales ambulan por los patios de las viviendas.

### **2.1.12 clima y precipitación**

Según zonificación climática determina que el clima predominante en el Municipio de Nueva Guinea es Monzónico Tropical (Am), que tiene una característica de bosque muy húmedo subtropical, con precipitaciones pluviales excesivas y estaciones lluviosas prolongadas, con temperaturas bastante altas por la cercanía a la costa y la humedad de la zona. La climatología está caracterizada por la estación meteorológica de Nueva Guinea, código INETER 61018, con una elevación de 150 msnm.

La temperatura promedio anual es de 24,9 °C, el periodo más caluroso ocurre desde marzo hasta mayo y el más fresco desde diciembre hasta febrero. La evaporación

media anual asciende a los 1,400 mm tomando un valor máximo en el mes de mayo de 143.9 mm, disminuyendo en los meses de diciembre a marzo (99.9 mm a 121.6 mm).

La pluviometría de la zona, está representada por la misma estación utilizada para la climatología. La precipitación media anual asciende a 2,687 mm. No se observan meses muy secos y se presenta una larga estación de lluvias, desde mayo hasta enero, cayendo en dicho periodo un 94 % de la precipitación media anual. Los meses que presentan mayor pluviosidad son: julio y agosto con un valor medio de 442.4 y 387 mm respectivamente. A partir de febrero hasta abril las precipitaciones alcanzan valores entre los 64 y 38 mm.

## 2.2 Descripción de las obras hidráulicas existentes.

El sistema de abastecimiento de agua de la comunidad los Laureles es del tipo mini acueducto por gravedad, el cual fue construido hace 23 años y no es suficiente para cubrir la demanda de la comunidad. La fuente principal es a través de un manantial de fondo y que fue diseñado para abastecer a 12 puestos públicos de agua, red que cubre 8 cuadras del área central únicamente. Los principales elementos que consta son los siguientes:

- **Captación:** se suministra el vital líquido a través de ojos de agua con captación superficial de concreto reforzado con un prefiltro que posteriormente pasa a un pozo húmedo.
- **Pozo Húmedo:** concreto reforzado con capacidad de 4 m<sup>3</sup> el cual presenta algunas filtraciones.
- **Bomba Centrífuga:** con capacidad de 3 Hp en funcionamiento.
- **Tanque de Almacenamiento:** Tanque de mampostería reforzada con una capacidad aproximada de 8000 gal.
- **Red Existente:** red con tubería de 2" que fue diseñada para abastecer a puestos públicos.

- **Línea de Conducción:** 1,300 m con tubería de 2”.
- **Energía Existente:** Monofásica.

La comunidad no cuenta con plan de mantenimiento que garantice la calidad y la funcionalidad correcta del sistema existente, así como la cantidad del vital líquido, cabe mencionar que fue notoria en el área de influencia de captación el cual se presenta deforestada y con presencia de semoviente.

# **III. MARCO TEORICO**

### **3.1 Agua Potable**

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales.

### **3.2 Análisis de calidad del agua.**

Son los límites físicos, químicos, bacteriológicos tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua las cuales son normadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro.

#### **3.2.1 Examen físico**

##### **Color**

El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.) y a partículas en suspensión que contiene.

El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color del agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón, cuyo color es igual al del agua examinada. Se acepta como mínimo 0,2 y como máximo 12 mg de platino por litro de agua.

## **Olor**

Es debido a sustancias orgánicas o inorgánicas disueltas en el agua motivo por el cual comienza a adquirir olor, está dado por diversas causas. Sin embargo, los casos más frecuentes son:

- Debido al desarrollo de microorganismos.
- Descomposición de restos vegetales.
- Olor debido a contaminación con líquidos cloacales industriales.
- Olor debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua. Las aguas destinadas al consumo humano no deben tener olor perceptible.

## **Sabor**

Está dado por sales disueltas en ella. Los sulfatos de hierro y manganeso dan sabor amargo. Estos en las calificaciones del agua desempeñan un papel importante, pudiendo ser agradable u objetable.

## **Temperatura**

La temperatura del agua es una medida de la energía cinética media de las moléculas de agua. Se mide en una escala lineal de grados Centígrados o grados Fahrenheit. La medida debe hacerse "in situ". En una zona representativa de la masa de agua que se va a analizar. Se suele medir en zonas de corriente (no en aguas estancadas). La temperatura influye en la solubilidad de sales y gases y así condiciona la medida de pH y conductividad.

La solubilidad de sales suele aumentar con la temperatura y la de los gases disminuye cuando la temperatura aumenta. La temperatura condiciona también el desarrollo de ciertas algas. El agua de consumo humano se recomienda entre 12°C-25°C, aunque no existen límites de temperatura.

## **Turbiedad**

Es la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez. Cuanto más turbia, menor será su calidad. Las partículas en suspensión absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y reduciendo así, la concentración de oxígeno en el agua.

### **3.2.2 Análisis químico**

Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas. Característica: Término usado para identificar elementos, compuestos y sustancias presentes en el agua para consumo humano.

### **3.2.3 Análisis bacteriológico**

Es el uso de métodos biológicos, bioquímicos, moleculares o químicos para la detección, identificación o enumeración de microorganismos en el agua.

Para establecer la calidad higiénica de las aguas, se investigan la cantidad de bacterias y coliformes fecales, como indicadores de contaminación. Si el agua contiene bacterias, se le considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehiculizar bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua.

### **3.3. Estudio Topográfico**

Los estudios topográficos se realizan para poder conocer con exactitud algunas características del terreno como la elevación o cotas de los diferentes puntos de una superficie específica, así como las coordenadas exactas en donde se encuentran dichos puntos.

Se necesitan conocer las alturas de los nodos para la red de distribución, y la determinación de las alturas de pozo-bomba-tanque, por lo que es preciso saber si se puede diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, por gravedad o por bombeo.

#### **3.3.1 Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para edificaciones y construcciones.

#### **3.3.2 Datos topográficos**

- Plano topográfico con curvas de nivel a escala 1:5000, y equidistancia entre curvas de nivel a un metro.
- Localización de la fuente de abastecimiento
- Localización del sitio para el tanque de almacenamiento
- Alturas sobre el nivel del mar (elevaciones)
- Distancias
- Pendientes

## **3.4 Proyección de población y Consumos**

### **3.4.1 Población de diseño**

Es la población futura de una localidad la cual se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, para hacer predicciones sobre su futuro desarrollo.

#### **3.4.1.1 Tasa de crecimiento**

Es la tasa a la que está aumentando (o disminuyendo) una población durante un año determinado a causa de aumentos naturales y migración neta, que se expresa como un porcentaje de la población base.

#### **3.4.1.2 Periodo de Diseño**

Es la duración de la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de determinar los periodos en que satisfagan las demandas futuras de una comunidad. También para determinar qué elementos del sistema de abastecimiento de agua potable deben diseñarse por etapas. (INAA, 1998).

### **3.4.2 Consumos**

Es el suministro de agua potable utilizado para cubrir las necesidades de los habitantes de una población. Está expresado como factores de la demanda promedio diario y las unidades de medidas ocupadas son l/s o m<sup>3</sup>/s. El consumo puede ser doméstico, no doméstico (dividido en industrial y comercial) y público. Se puede obtener el dato directamente de las mediciones en la toma domiciliaria.

#### 3.4.2.1 Consumo promedio diario

Es la cantidad de agua que se requiere para la satisfacción de las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

#### 3.4.2.2 Consumo de máximo día y máxima hora

El consumo de máximo día y el consumo de máxima hora son los gastos requeridos para la satisfacción de las necesidades de la población en un día de máximo consumo y en una hora de máximo consumo respectivamente, ambos en un año típico.

#### 3.4.2.3 Dotación

La dotación es la cantidad de agua necesaria para un habitante durante un día, y está en dependencia de: el nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores culturales y el uso del agua. Las unidades de medida usadas son de lppd (litro por persona por día).

#### 3.4.2.4 Pérdidas

Son los desperdicios que se producen en los sistemas de abastecimiento de agua potable que constituyen en la pérdida del flujo mediante fugas en la línea de descarga, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Estas pérdidas son expresadas en porcentaje del consumo promedio diario, siendo fijado en 20% para Nicaragua.

### 3.4.2.5 Caudales de diseño

Es el caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y tuberías de un sistema de abastecimiento. El diseño de los distintos componentes debe basarse en el caudal máximo hasta el final del periodo de diseño. El consumo del agua en un sistema de abastecimiento no es constante durante un día y mucho menos durante un año es por eso que es indispensable el cálculo del Consumo Máximo Día y el Consumo de Máxima Hora, para los cuales se usan factores o coeficientes de variación diario y horario respectivamente.

## 3.5 Elementos de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como finalidad primordial la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, por lo que este líquido es vital para la supervivencia y está compuesto por los elementos siguientes:

### 3.5.1 Fuente de Abastecimiento

Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto o fase de ciclo natural del cual se desvía o aparta, temporalmente para ser usada regresando finalmente a la naturaleza. Esta agua puede o no volver a su fuente original, lo cual depende de la forma que se disponga de las aguas de desperdicio

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por lo tanto, se debe proteger y debe cumplir dos propósitos importantes:

- ✚ Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.

- ✚ Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

La selección de la fuente de abastecimiento de agua, ya sea superficial, subterránea o de aguas de lluvias, debe cumplir requisitos mínimos de cantidad, calidad y localización.

#### 3.5.1.1 Cantidad

Es la cantidad de agua que contiene una fuente de abastecimiento ya sea superficial o subterránea, esta debe tener un caudal superior al caudal de diseño en cualquier época del año, de manera que se pueda garantizar un suministro continuo. Se debe, entonces, realizar estudios hidrológicos que permitan establecer las curvas de duración de caudales para corrientes superficiales, para la realización de mediciones directas en corrientes superficiales se utiliza cualquiera de los métodos que se ajusten a las características de la corriente: Medidor Parshall, vertederos, velocidad superficial, molinetes, estaciones de aforo, trazadores químicos, o pruebas de equilibrio para fuentes subterráneas.

#### 3.5.1.2 Calidad

Son las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

#### 3.5.1.3 Localización

La localización de la fuente debe estar ubicada en un punto tal que su captación y conducción resulten técnica y económicamente factible. Adicionalmente, se debe tener en cuenta su localización y los dos factores anteriores.

#### 3.5.1.4 Información requerida para seleccionar una fuente de abastecimiento

El acondicionamiento de agua para el consumo humano, implica el conocimiento de diversos parámetros para determinar la calidad de la fuente de ser apta para el consumo humano, de forma contraria, determinar el tipo de tratamiento al cual debe ser sometida el agua antes de ser distribuida a la población.

Es necesario conocer algunas características que pueden privar en ocasiones para su elección. Dentro de las cuales se mencionan: promedio mensual y máximo diario de la DBO, coliformes, oxígeno disuelto, saturación, PH, color, turbiedad.

Debido a las características que presente el agua, la fuente puede requerir como tratamiento:

- Únicamente desinfección.
- Filtración y desinfección.
- Tratamiento especial y desinfección.

Estas consideraciones son de tipo general, y la selección de una u otra dependerá de factores económicos, tratamiento requerido, de la operación y mantenimiento y de la productividad de la fuente.

#### 3.5.2 Sistema de abastecimiento de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua son aquellos que permiten que llegue el agua desde las fuentes naturales, sean subterráneas, superficiales o agua de lluvia, hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida.

En dependencia del sitio de ubicación de la fuente, los sistemas de abastecimiento pueden ser:

- Sistema Fuente- Tanque- Red
- Sistema Fuente- Red- Tanque

#### 3.5.2.1 Sistema de conducción por gravedad

Un sistema de conducción por gravedad es aquel que permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta el tanque de almacenamiento, sin un bombeo mecanizado y en condiciones seguras e higiénicas. La característica principal de estos sistemas es que la fuente está localizada en una posición más alta que aquella donde está la comunidad que hará uso del agua captada

#### 3.5.2.2 Sistema de conducción por bombeo

Un sistema de conducción por bombeo es el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente hacia un tanque de almacenamiento o red de distribución en dependencia del caso.

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para transportar el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

Debido a que la elevación del tanque de almacenamiento propuesto está ubicada en una elevación mayor al nivel de terreno natural (NTN) del pozo, se diseña la línea de conducción por bombeo.

Se le deberá proveer de los accesorios y obras necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomando en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

#### 3.5.2.2.1 Golpe de Ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente. El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se da luego de una interrupción de energía eléctrica.

En este caso debido a la inercia de las partes rotativas de los conjuntos elevadores, inmediatamente después de la falta de corriente, la velocidad de las bombas comienza a disminuir, reduciéndose rápidamente el caudal. La columna líquida continúa subiendo por la tubería de descarga, hasta el momento en que la inercia es vencida por la acción de la gravedad. Durante este período se verifica una descompresión en el interior de la tubería.

Enseguida, ocurre la inversión en el sentido del flujo y la columna líquida vuelve a las bombas. No existiendo válvulas de retención, las bombas comenzarían, entonces, a funcionar como turbinas, girando en sentido contrario. Con excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las líneas de bombeo son instaladas válvulas de retención o válvulas check, con el objeto de evitar el retorno del líquido a través de las bombas.

La corriente líquida, al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada, ocasiona el choque y la compresión del fluido, lo cual da origen a una onda de sobrepresión (Golpe de Ariete).

La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas y deberá ser protegida contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de la descarga de la bomba.

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión por Ariete Hidráulico.

#### 3.5.2.2.2 Pérdidas por fricción

Es la pérdida de flujo o presión debido a la interacción del fluido con las paredes de la tubería.

#### 3.5.2.2.3 Pérdidas localizadas

Son perturbaciones en las líneas de corriente del flujo debido a piezas especiales como válvulas o llaves de paso, reductores, codos, yes y tees, entre otros a lo largo de la conducción las cuales son denominadas perdidas localizadas y que, de acuerdo a su magnitud, pueden significar una pérdida de energía significativa.

Una de las metodologías existentes para el cálculo de las pérdidas localizadas ( $h_l$ ) utiliza las siguientes expresiones:

$$h_l = K_i \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

$$h_i = k_i \frac{V^2}{2g}$$

Contracciones o expansiones

Accesorios (tee, codos, válvulas)

Como se puede observar, la pérdida depende de la velocidad del flujo ( $V$  [m/s]) y de un coeficiente de pérdida localizada ( $K_i$ ) que es dependiente principalmente de la forma geométrica de la pieza o accesorio y secundariamente del número de Reynolds el cual deja de tener influencia cuando sus valores son muy altos.

El valor del coeficiente de pérdida localizada es un valor empírico, resultante de pruebas en laboratorio. Por lo general, dependerá no sólo del tipo de pieza, sino también de su diámetro y otros parámetros geométricos, como la relación entre el diámetro inicial y el final en el caso de reducciones y expansiones. (Ver Tabla 4).

### **3.5.3 Almacenamiento**

Un tanque de almacenamiento de agua es un depósito destinado a almacenar agua para consumo humano, agrícola o cualquier otro uso. Son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones diarias y horarias de la demanda de agua potable el cual compensará los excesos.

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños de tubería de conducción o de estacionamiento de bombeo

Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se consigue almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como Volumen Compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- Tanques apoyados en el suelo
- Tanques elevados

### 3.5.3.1 Ubicación del Tanque

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible a la red de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución, o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red. También los tanques de almacenamiento se clasifican de acuerdo a los materiales de construcción, según las normas NTON-09001-99 estos pueden ser de:

- Mampostería
- Hormigón armado
- Acero

### 3.5.4 Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor. La mayoría de los casos los sistemas de agua potable necesitan de las estaciones de bombeo para elevar o darle presión suficiente al agua para abastecer satisfactoriamente a los distintos sectores de la Ciudad.

Sus funciones son las siguientes:

- Elevar el agua desde la fuente cuando está situada a elevaciones inferiores a la de la distribución.
- Para elevar el agua parcialmente en el sistema mismo, cuando las presiones mínimas no alcanzan las especificadas por las normas.
- Para elevar el agua hacia un tanque de almacenamiento, para luego distribuir el agua hacia la red.

Las partes que consta una estación de bombeo son: Equipo de bombeo (bomba y motor), fundaciones, casetas, conexión de bomba o sarta y conexiones eléctricas.

#### 3.5.4.1 Equipo de bombeo y motor

Cuando por las condiciones topográficas del terreno y de localización no es posible utilizar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable a una población, es necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua hasta la altura conveniente. Para este fin se dispone de equipos elevadores llamadas BOMBAS y de equipos auxiliares que suministran el trabajo necesario para vencer la fuerza de gravedad denominados MOTORES.

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para pozos relativamente someros por su eficiencia, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales, con capacidad de usos corrientes dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 125 hasta 200 HP y de mayor capacidad. Se tiene que considerar como seguridad emplear un factor de 1.20 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba debido a las pérdidas mecánicas. Las velocidades de operación de los motores varían de acuerdo a la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

#### ❖ Parámetros

##### Parámetros Característicos de la Bomba

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

CTD= Nivel de rebose menos nivel de terreno del tanque + Nivel de bombeo + Pérdidas en la succión + Pérdidas en la descarga

## ❖ Energía

De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomienda los tipos de energía siguiente:

- Para motores de 3 a 5 HP emplear 1/60/110, energía monofásica.
- Para motores mayores de 5 HP y menores de 50HP se usará 3/60/220
- Mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica.

### **3.5.5 Red de distribución**

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos; con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

Dependiendo de la topografía de la viabilidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución. Se clasifican en:

#### ➤ Redes ramificadas

Las redes ramificadas son las que están constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden llegar a constituir pequeñas o ramales ciegos. Este tipo de red se utiliza cuando la topografía es tal que no permite la interconexión entre ramales. También pueden originarse como consecuencia del desarrollo lineal a lo largo de una vía principal, donde el diseño más conveniente sea el de una arteria principal con una serie de ramificaciones.

➤ Redes malladas

Son las que están constituidas por tuberías interconectadas entre sí, que forman mallas. Este tipo de red es el más conveniente y se debe tratar de lograr siempre que sea posible, con la finalidad de lograr un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En el dimensionado de este tipo de red lo que se busca es hallar los gastos de circulación de cada tramo.

➤ Velocidades y presiones máximas y mínimas

Los límites de la velocidad del agua son determinados en función del material con el que está construido las tuberías y la sección de las mismas. El valor mínimo de la velocidad se establece para evitar la sedimentación y la formación de depósitos en la tubería y el límite máximo mantiene a la tubería sin erosionarse y a su vez, sin producir fenómenos importantes de golpe de ariete.

### **3.5.6 Accesorios y obras complementarias**

- Válvulas de compuerta

Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco.

- Válvulas de pase

La válvula de pase es un regulador de agua que se coloca en las tuberías para regular la circulación de líquido y gases que se desplazan por las tuberías. La válvula contiene unas piezas que sellan de forma total o parcial, el hoyo que manda el agua.

- Válvulas de Globo

El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

- Válvulas de limpieza

Son dispositivos que sirven para extraer los sedimentos que se depositan en las partes bajas de las tuberías. En general, la ubicación se realiza en el lugar indicado conforme a los planos y consiste en colocar una tee en línea, a la cual se conecta lateralmente un niple hasta el punto adecuado del desfogue.

- Válvulas de admisión y expulsión de aire

Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente, para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e Impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

Para los casos de las válvulas de expulsión de aire y válvulas de limpieza, estas pueden ser reemplazadas por mecanismos construidos de manera artesanal, lo cual consiste en colocar un niple de hierro galvanizado en lugar de las válvulas y en cuyo extremo se coloca un tapón hembra de HG que a su vez estas pueden ser operadas manualmente.

- Válvulas reductoras de presión

válvula reductora de presión es un dispositivo que permite reducir la presión de un fluido en una red. el más sencillo consiste en un estrangulamiento en el conducto que produce una pérdida de carga o presión

- Válvulas de retención o de cheque

Su disposición tiene como objetivo, en la línea de impulsión, impedir que la inversión de la corriente de agua ocasione la rotación inversa del conjunto para preservar el motor de la bomba e impedir el vaciado de la línea de impulsión y posibles inundaciones de la casa de bombas. En la sarta de bombeo se debe de colocar después del equipo de bombeo y antes de la válvula de cierre y en posición horizontal, una de las razones para esto radica en las labores frecuentes de sostenimiento que esta válvula exige y en caso de una instalación invertida se haría necesario el vaciado completo de la línea de impulsión para dichas labores de sostenimiento.

- Válvulas de Alivio contra el golpe de ariete

Su función es En las sargas de bombeo estas se colocan después de la válvula de retención para disipar la sobrepresión que se pueda producir y así proteger el equipo de bombeo y accesorios del golpe de ariete.

### **3.6 Parámetros considerados para la estructura de costos**

#### **3.6.1 Costo directo**

Llamados costos directos, se trata de un tipo de gasto que tiene una relación directa a la realización y producción de los productos o servicios que ofrece una empresa.

Se calcula para cada concepto de obra, y se divide entre las respectivas cantidades de obra estimadas con su unidad de medida para obtener el Costo Unitario Directo para cada concepto. Los recursos o componentes de cada Costo Unitario Directo son de cuatro tipos: maquinaria o equipos, mano de obra, materiales y herramientas.

### **3.6.2 Costos indirectos**

Son los costos a los que se incurre de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de una red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos se tiene los siguientes grupos:

### **3.6.3 Costos administrativos**

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salarios, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos.

### **3.6.4 Costos de Utilidad**

Son los costos previstos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento, de un “sitio crítico” y en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido).

### **3.6.5 Costos de operación**

Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Movilización y desmovilización.
- Equipo liviano y herramientas.
- Alquileres de bienes inmuebles.
- Combustibles y lubricantes.
- Señalamiento preventivo.
- Seguridad, protección e higiene ocupacional.
- Medidas de mitigación de impactos ambientales.

### **3.6.6 Costos por servicios especializados**

Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales.

Estos generalmente son:

- Laboratorio de materiales
- Informática de proyectos
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos
- Supervisión de trabajos
- Asesoría Jurídica
- Asesoría técnica

### **3.6.7 Costos imprevistos**

Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas.

Estos generalmente son:

- Errores de diseño
- Errores de presupuesto
- Ampliación injustificada de plazo
- Incremento de costos no reconocibles

### **3.6.8 Costos de Administración Central**

Son los costos previstos en que puede incurrir un contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un “sitio crítico” en un plazo establecido.

### **3.6.9 Impuestos**

El impuesto es un tributo o carga que las personas están obligadas a pagar a alguna organización (gobierno, rey, etc.) sin que exista una contraprestación directa. Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad, siendo el 1% del impuesto municipal, 1% sobre la renta y el 15% del impuesto de valor agregado, que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal y sobre la renta.

### **3.6.10 Criterios considerados para la elaboración del presupuesto**

#### **3.6.10.1 Mano de obra**

La mano de obra es el esfuerzo físico y mental que emplea un técnico para fabricar, mantener o reparar un bien. Algunos de los precios se tomaron de las normas establecidas por el FISE, así como los reajuste al salario en el sector construcción. Se le aumentó este porcentaje al salario, otros se calcularon como un porcentaje del precio de los materiales, 30 por ciento.

#### **3.6.10.2 Transporte**

El transporte es un conjunto de procesos que tienen como finalidad el desplazamiento y comunicación. Repercute mucho en el costo del proyecto la accesibilidad que se tenga al sitio, el estado de la vía y la lejanía del mismo ya que aumenta el costo de los materiales debido al transporte. El transporte colectivo del municipio, está clasificado de bueno a regular, en cuanto a la accesibilidad de la mano de obra al momento de su construcción.

# **IV. METODOLOGIA**

## **4.1 Estudios de Campo**

### **4.1.1. Recopilación de información**

Se recopiló toda la información del área en estudio, referente al estudio demográfico (INIDE) y alcaldía, tipos de suelos, topografía, nivel socioeconómico, salud, estudio hidrogeológico del acuífero. Además, se visitaron las instituciones correspondientes como son Alcaldía Municipal de Nueva Guinea, ENACAL, INETER, INIDE, FISE.

Se investigó la población de los censos de INIDE, Alcaldía Municipal de Nueva Guinea y ENACAL con el objetivo de proyectar la población según una tasa geométrica resultante y que al mismo tiempo cumpla con las Normas definidas por el INAA.

### **4.1.2 Encuesta socioeconómica**

La encuesta que se implementó es un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo principal recopilar información sobre la capacidad económica de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la condición de la vivienda, la situación económica de la familia y la situación del agua y saneamiento. Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta fue aplicada indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, de ser posible el encuestado era la cabeza de familia, ver anexo IV (Encuesta socioeconómica).

### **4.1.3 Materiales para procesar información**

- MICROSOFT EXCEL: se procesaron los resultados obtenidos de la encuesta que se representaron por medio de gráficos.

- EPANET: nos permite modelar el caudal que circula por cada tubería, la presión en cada nodo, el nivel de agua en cada depósito y la concentración de los componentes químicos durante su permanencia en la red.
- CIVIL 3D: se procesó la información planimetría producto del levantamiento topográfico, en este programa se construyeron los planos y perfiles longitudinales.

#### **4.1.4 Levantamiento topográfico**

Se realizó un recorrido de campo con el propósito de identificar los lugares de cobertura del proyecto en coordinación con líderes comunitarios y técnicos municipales.

El levantamiento topográfico se efectuó con los equipos y herramientas siguientes: teodolito, GPS, plomo, cinta métrica, estadía, clavos, libreta de campo y brújula, con los cuales se obtiene la precisión adecuada y necesaria para el diseño del Mini acueducto por Bombeo Eléctrico. En cada estación se realizaron las lecturas de distancia inclinada de la superficie del suelo, ángulo horizontal y ángulo vertical, que corresponden a cada uno de los instrumentos, las estaciones fueron realizadas a distancias entre 20 – 100 metros aproximadamente, para poder lograr mayor precisión.

El levantamiento topográfico de la comunidad fue proporcionado, en hojas de cálculo, por la Alcaldía Municipal de Nueva Guinea, que previamente se encargó de contratar al personal calificado para dicha tarea, lo cual nos permitió concluir que la información fue revisada y era confiable para poder hacerla parte del presente estudio de abastecimiento. Se efectuó replanteo en algunos puntos específicos como en los predios de pozos y tanques de almacenamiento de agua potable para verificar la información existente en los planos.

#### **4.1.5. Estudio Hidrogeológico y de Calidad de Aguas**

Se revisaron los estudios Hidrogeológicos y de Calidad de Aguas realizados por Ing. Luz Marina Rodríguez L. Hidrogeóloga y facilitados por la alcaldía municipal del municipio del Nueva Guinea. Se hizo una recopilación de información antecedente para integrarlo con los resultados del estudio de reconocimiento hidrogeológico y se efectuó un análisis del área con la valoración de estructuras y fallas geológicas favorables para la presencia del agua. En la presentación de los resultados se procesaron, analizaron e interpretaron los datos, mapas geológicos; así como tablas de inventarios, etc.

El estudio se realizó en la Comunidad Los Laureles y consistió en una revisión de las condiciones hidrogeológicas de la zona del proyecto para definir posibles sitios con condiciones hidrogeológicas favorables para perforación de un pozo de abastecimiento de agua para el sistema de agua potable de la comunidad, con el fin de que pueda satisfacer las necesidades de demanda de agua para la población actual y futura.

#### **4.2 Trabajo de gabinete**

Se estableció el tipo de sistema de abastecimiento de agua potable como un Mini acueducto por Bombeo Eléctrico, del tipo Fuente-Red-Tanque.

Es importante mencionar que el estado físico de la mayor parte de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable existente (tuberías, accesorios, tanques de almacenamiento), se encuentran en mal estado, por lo que no se tomaron en cuenta para el nuevo sistema.

### 4.2.1. Estudio de Población

Con los datos poblacionales, obtenidos del censo realizado por la Alcaldía y los estudios básicos realizados, se adoptaron criterios de diseño establecidos en las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003-99), brindadas por INAA, ente regulador del sector de agua potable y alcantarillado sanitario.

#### 4.2.1.1 Tasa de crecimiento

Instituto nacional de información y desarrollo (INIDE). El cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1950, 1963 y 1995 además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país. Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el Programa de Erradicación de la Malaria del MINSA.

Las tasas de crecimiento a utilizadas no exceden del 4% y un mínimo de 2.5%; Para este caso se utilizó la tasa de crecimiento calculada.

Ecuación:

$$rg = \left( \left( \frac{P2}{P1} \right)^{\left( \frac{1}{t2-t1} \right)} - 1 \right) * 100$$

Dónde:

p1: Población del año del primer censo

p2: Población del año del segundo censo

t1: Año del primer censo

t2: Año del segundo censo

#### 4.2.1.2 Proyección de población

Fue necesario determinar la demanda futura de la población para proveer en el diseño las exigencias de consumo, en las fuentes de abastecimiento, línea de conducción, red de distribución, equipo de bombeo, y futuras extensiones. Para obtener la población de diseño del proyecto se utilizó el método de proyección geométrico.

#### 4.2.1.3 Método geométrico para proyección de población

$$P_{proy} = P_{base}(1 + Kg)^{(T_{proy}-T_{base})} \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

P<sub>proy</sub>: Población proyectada

P<sub>base</sub>: Población base.

K<sub>g</sub>: Tasa de crecimiento geométrica.

T<sub>proy</sub>: Año de proyección.

T<sub>base</sub>: Año actual.

#### 4.2.1.4 Periodo de diseño

Tabla 1: Periodo de Diseño

Tipos de Componentes	Periodos de Diseño
<b>Pozos excavados</b>	10 años
<b>Pozos perforados</b>	15 años
<b>Captaciones de manantiales</b>	20 años
<b>Desarenador</b>	20 años
<b>Filtro lento</b>	20 años
<b>Líneas de conducción</b>	15 años
<b>Tanques de almacenamiento</b>	20 años
<b>Red de distribución</b>	15 años

Fuente: Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA, 1998)

#### 4.2.2 Oferta y demanda de agua

Se utilizaron los estudios hidrogeológicos existentes de la Alcaldía para verificar la oferta de agua y en base a ello, se tomaron propuestas de la fuente a utilizar y para los datos de dotación se utilizaron las Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua (NTON 09003-99), de modo que cada vivienda cuente con una conexión domiciliar.

Según estudios hidrológicos existentes los acuíferos de los Laureles son acuíferos fracturados y se puede esperar una potencia hidráulica de agua de transmisividades media a baja, con valores de 10 a 100 m<sup>2</sup>/día y permeabilidades entre 0.5 y 10 m/día. Lo cual se considera un rendimiento de agua en el acuífero fracturado de medio o bajo, que no superaría los 100 galones por minuto estando en fracturas o fallas.

##### 4.2.2.1 Nivel de servicio

Debido a las características propias de la comunidad, que tiene la población concentrada, nivel de servicios: como escuelas, centro de salud, teléfonos etc, vías de comunicación y transporte todo el tiempo, se consideró como una comunidad semi rural y su nivel de servicio a través de conexión domiciliar.

##### 4.2.2.2 Dotación

Para El consumo doméstico de agua y la determinación del caudal de diseño según los parámetros de las (NTON 09003-99), se tomen en cuenta, así mismo, del tipo de consumo que haya en la comunidad y de la cantidad de población proyectada para los 20 años de vida útil para los cuales se está diseñando la red.

Tabla 2: Dotación de agua

Rango de Población		Dotación	
		gl/hab/día	lt/hab/día
<b>0-</b>	5.000	20	75
<b>5.000-</b>	15.000	30	113
<b>15.000-</b>	20.000	35	132
<b>20.000-</b>	30.000	40	151
<b>30.000-</b>	50.000	45	170
<b>50.000</b>	Y mas	50	189

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua, (INAA).

El consumo doméstico de agua para este caso según las NTON 09003-99, es de 20 g/día o su equivalente en l/día, que sería de 75 l/día.

Tabla 3: Tipos de consumo

Consumo	Porcentaje
<b>Comercial</b>	7
<b>Publico o Institucional</b>	7
<b>Industrial</b>	2

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua, (INAA).

Teniendo en cuenta que la población proyectada para el 2041 no sobrepasa los 5000 habitantes. Las normas (NTON 09003-99) del INAA establecen que no se deberá de tomar en cuenta ningún volumen de agua para los hidrantes, ya que estos no serán incluidos en el diseño de la red. Las medidas que se deberán de tomar en cuenta en caso de que en las localidades consideradas existan o se esté planeando la instalación de industrias, fabricas, centros comerciales u otros, es que ellas deberán de diseñar sus propios sistemas contra incendio, contando cada uno de ellos con: tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, redes internas de protección e hidrantes.

## Parámetros de diseño

Aplicación de los parámetros.

$$\text{CD} = \text{Población} \times \text{Dotación}$$

$$\text{CC} = 7\% \text{ CD}$$

$$\text{CP} = 7\% \text{ CD}$$

$$\text{CI} = 2\% \text{ CD}$$

$$\text{CPD} = \text{CD} + \text{CC} + \text{CP} + \text{CI}$$

$$\text{PF} = 20\% \text{ CPD}$$

$$\text{CMD} = 150\% \text{ CDT} + \text{PF}$$

$$\text{CMH} = 250\% \text{ CDT} + \text{PF}$$

El caudal para el cual será diseñado el sistema será el CMD

Dónde:

CPD = Consumo promedio diario

CD = consumo doméstico

CC = consumo comercial

CI = consumo industrial

PF = pérdidas por fugas

CDT = consumo domiciliar total

CMD = consumo máximo diario (caudal de diseño)

CMH = consumo máximo horario

### 4.2.2.3 Pérdida de agua en el sistema

La pérdida de agua es el desperdicio involuntario de agua potable que se produce de diversas formas en un sistema de suministro. Estas pérdidas tienen impactos negativos para toda la sociedad, ya que significa el desperdicio de una gran cantidad del líquido que sería consumido por la población.

Para sistema de abastecimiento de agua potable se deberá de considerar el 20% de pérdidas de agua, el cual se calculará del Consumo Promedio Diario.

#### 4.2.2.4 Estimación de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas en función o como factores de la demanda promedio diaria, y se usará de base para el dimensionamiento de la capacidad de línea de conducción y red de distribución.

#### 4.2.2.5 Variaciones de Consumo

- CPD: consumo promedio diario (CPD)

$$\text{CPD} = \text{Población} * \text{Dotación } \Sigma (\text{CP} + \text{CM} + \text{CInst})$$

$$\text{CPDT} = \text{CPD} + \text{HF}$$

- Consumo máximo día:

$$(\text{CMD}) = 1.5 \text{ CPD} + \text{pérdidas}$$

- Consumo máximo hora:

$$(\text{CMH}) = 2.5 \text{ CDP} + \text{pérdidas}$$

- Perdidas (Hf) = 0.2 CPD

#### 4.2.3 Diseño hidráulico del sistema

Se llevó a cabo el diseño hidráulico del sistema de agua potable, una vez determinada la dotación de agua, Población de diseño y la demanda de agua para un periodo de diseño de 20 años, se dimensionaron los siguientes elementos:

#### 4.2.3.1 Fuente de abastecimiento

Se utilizaron los estudios hidrogeológicos existentes de la Alcaldía para verificar la oferta de agua y en base a ello, se realizaron propuestas de la fuente a utilizar.

#### 4.2.4. Estación de bombeo

La estación de bombeo estará ubicada en el terreno del pozo y estará conformada por un equipo de bombeo, una caseta de mantenimiento y control, con un área total de 12.3 m<sup>2</sup> de mampostería. Desde esta caseta se regularán los procesos de cloración y sistema eléctrico, y estará ubicada dentro de la propiedad donde se pretende perforar el pozo.

Con respecto al equipo de bombeo nuevo a instalarse se tomaron en cuenta las características de la fuente, ubicación del tanque de almacenamiento, el sistema de distribución y la demanda de agua. Los cálculos de la estación se realizaron según fórmulas siguientes:

##### 4.2.4.1 Características de la succión

Diámetro

$$Q = V * A$$

Según las normas del INAA.

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

##### 4.2.4.2 Diámetro interno de la tubería de descarga

De acuerdo con la fórmula de Bresse, que relaciona directamente el diámetro de la tubería con el caudal de diseño:

$$D = 0.9(Q_{diseño})^{0.45}$$

El caudal de diseño corresponde al caudal de máximo día (CMD) calculado a partir de la estimación de consumos. Además, se tomó en cuenta la velocidad del flujo entre 0.40 –1.5 m/s, máximo de 2 m/s.

#### 4.2.4.3 Carga total dinámica

La carga total dinámica es aquella contra la cual se debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende. La fórmula está dada por:

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{desc.}$$

En donde:

- ✓ CTD: Carga total dinámica
- ✓ NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo
- ✓ CED: Carga estática de la descarga
- ✓  $hf_{columna}$ : Pérdidas de la columna de succión
- ✓  $hf_{desc.}$ : Pérdidas en la descarga

- **Nivel más bajo del agua durante el bombeo (NB)**

$$NB = NEA + Variaciones estacionales + Abatimiento$$

- **Carga estática de la descarga (CED)**

$$CED = Nivel\ del\ agua\ en\ la\ descarga - Nivel\ más\ bajo\ en\ la\ superficie$$

- **Pérdidas de la columna dentro del pozo ( $hf_{columna}$ )**

La NTON 09001-99, establece que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran igual al 5% de su longitud.

$$hf_{columna} = 5\% L_c$$
$$L_c = NB + Sumergencia$$

- **Pérdidas en la descarga ( $hf_{desc.}$ )**

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería  $L_e$ , que es una longitud que depende de los elementos contenidos en la sarta.

$$L_{real} = L_{tubería} + L_{equiv}$$

Por ende, la carga total dinámica es igual:

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{desc.}$$

Dónde:

$CTD$  = Carga Total dinámica (m)

$NB$  = Nivel de bombeo. (m)

$CED$  = Carga estática de la descarga (m)

- **Potencia requerida**

Conociendo la altura a vencer por la bomba y el caudal que debe suministrar la misma ( $Q_{diseño}$ ), se selecciona de entre los equipos ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada.

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * eb * em}$$

Dónde:

$P_B$  : Potencia Neta de la Bomba (HP).

$Q$  : Caudal de Bombeo o Consumo de Máximo Día (gpm).

$CTD$  : Carga Total Dinámica (Pies).

$eb * em$  : Eficiencia del equipo de bombeo.

#### 4.2.4.4 Perdidas en la descarga

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería Le (ver tabla 4)

Tabla 4: Perdidas localizadas en los Accesorios

Elemento	mm. plg.	13 1/2	19 3/4	25 1	32 1 1/4	38 1 1/2	50 2	63 2 1/2	76 3	100 4	125 5	150 6	200 8	250 10	300 12	350 14	
Codo 90°																	
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5	
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5	
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3	
Curva 90°																	
R/D: 1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4	
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4	
Curva 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	
Entrada																	
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2	
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	
Válvula																	
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4	
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120	
Angulo de pie		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0	
Retención		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0	
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0	
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0	
Te de paso																	
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Te salida																	
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Salida de tubería																	
		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	

#### 4.3 Línea de conducción por bombeo.

Para la línea de conducción por bombeo, se utilizaron las fórmulas recomendadas en las Normas del INAA (NTON 09001-99). A continuación, la metodología de cálculo:

##### 4.3.1 Velocidad

$$V = \left( \frac{4Q}{\pi\phi^2} \right)$$

Dónde:

V: Velocidad (m/s).

$\Phi$ : Diámetro de la tubería (m<sup>2</sup>).

Qb: Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>).

#### 4.3.1.1 Gradiente hidráulico

Para su cálculo se empleó la formula siguiente, las normas establecen que el gradiente hidráulico sea de 10/1000, esto quiere decir 10m por cada 1000 metros.

$$S = \frac{hf}{l} * 1000$$

Dónde:

Hf: perdidas (m)

L: Longitud total de la línea de conducción, en m.

#### 4.3.2 Golpe de ariete

$$G.A = \frac{C*V}{g}$$

Dónde:

GA: sobrepresión (m).

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

C: Celeridad (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup> )

#### 4.3.3 Celeridad

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

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

D: diámetro de la tubería (m)

e: espesor de los tubos (m)

k: coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional)

E: módulo de elasticidad del material del tubo (adimensional).

Tabla 5: Valores de K para diferentes materiales de tubería.

Material de la Tubería	K
<b>Acero</b>	0.50
<b>Hierro Fundido</b>	1.0
<b>Concreto</b>	5.0
<b>Asbesto-Cemento</b>	4.4
<b>Plástico</b>	18.0

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua, (INAA).

#### 4.3.4 Tiempo de cierre

El cálculo del tiempo de cierre se realiza suponiendo las peores condiciones de funcionamiento; la cual indicaría un cierre inmediato de la válvula de presión, obteniendo la sobrepresión máxima.

$$T = \frac{2L}{C}$$

#### 4.3.5 Presión Total

$$PT = \Delta H + CED$$

#### 4.3.6 Volumen del tanque

El volumen del tanque está compuesto por un volumen compensador (15% CPD) y un volumen de reserva para eventualidades de emergencia (20% CPD).

$$V_T = 35\% CPD$$

#### 4.3.6.1 Dimensiones del tanque

Con una constante de  $k = 2$ , determinamos la altura con la siguiente ecuación:

a) Altura de tanque (h)

$$h = \frac{V_T}{3} + k$$

b) Base de tanque (L)

$$L = \sqrt{\frac{V_T}{h}}$$

#### 4.3.7 Pérdida de carga

$$H_f/L = S \frac{10.674 Q b^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Dónde:

hf: pérdida de carga en metros

L: longitud en metros

S: pérdida de carga en m/m

Q: caudal de bombeo en m<sup>3</sup> /s

C: coeficiente de Hazen-Williams (este valor depende del tipo de tubería a utilizar)

El coeficiente de rugosidad en la utilización de la ecuación de Hazen-Williams, se hará uso de la tabla 6.

Tabla 6: Coeficientes de rugosidad

Material del Conducto	Coeficiente
<b>Tubo de hierro galvanizado (HG)</b>	100
<b>Tubo de hierro fundido (Hf)</b>	130
<b>Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)</b>	150

Fuente: Normas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua, (NTON 09003-99, INAA).

#### 4.3.8 Datos para calcular la CT D

1. Nivel del terreno del pozo (msnm)
2. Nivel del terreno más nivel de rebose del tanque (msnm)
3. Diferencia de elevación: Diferencia de elevación en metros entre 1 y 2.
4. Nivel de bombeo:  $\Sigma a, b$  (m)
  - a. Nivel estático del agua (NEA)
  - b. Rebajamiento por bombeo
5. Pérdidas en el sistema (m)
  - a) Pérdidas por columna de bombeo
  - b) Pérdidas en la descarga
  - c) Pérdidas en la sarta de bombeo

#### 4.3.9 Parámetros

##### 4.3.9.1 Parámetros Característicos de la Bomba

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

##### 4.3.9.2 Nivel de bombeo

Altura a la que se mantiene el agua de un pozo para un caudal de bombeo dado, tomando en cuenta las variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa. El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se selecciona el diámetro para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores.

Tabla 7: Diámetros de columna de bombeo y caudal de bombeo

Diámetros de columna de bombeo		Caudal de bombeo	
Pulg	Mm	Gpm	Lps
3	75	50	3.15
4	100	100	6.3
6	150	600	37.8

Fuente: Normas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para zonas rurales

#### 4.3.9.3 Nivel estático del agua

Es la profundidad del agua subterránea referida al nivel del terreno. Este componente puede obtenerse mediante medidas hechas en los pozos cercanos al sitio donde se propone construir el pozo. También pueden conseguirse mapas hidrogeológicos que muestran la profundidad del agua previamente elaborados.

#### 4.3.9.4 Sumergencia de la bomba

La sumergencia es la altura de líquido necesaria sobre la sección de entrada del tubo de aspiración de una bomba o de la válvula de pie para evitar la formación de remolinos (vórtices) que pueden afectar al buen funcionamiento de la bomba. En la práctica la Sumergencia de la bomba será 20 pies o 6 m.

#### 4.3.10 Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Estará ubicado lo más cercano posible a la fuente, el área deberá estar cercada y se localizará a una altura que permita regular la presión de servicio.

### **4.3.11 Red de distribución**

Generalmente los sistemas de las redes trabajan a presión. Verificándose las condiciones de trabajo críticos, con y sin consumo, se determinan las presiones mínimas y máximas en el sistema.

El diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del proyectista, sobre todo en aquellas localidades o ciudades en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del periodo de diseño.

### **4.3.12 Sistema de desinfección**

#### **4.3.12.1 Tratamiento y desinfección del agua**

En el caso de la comunidad los Laureles, la fuente de abastecimiento propuesta es de tipo subterránea a través de un pozo perforado, lo cual requiere una prueba de bombeo donde se pueda extraer muestras del agua en el sitio exacto donde se propone el pozo, esto con el fin de someter dichas muestras a los análisis físico, químicos y bacteriológicos pertinentes para determinar de manera concreta si esta cuenta con las características necesarias para consumo humano, en base a las normas regionales de calidad establecidas CAPRE, y así poder establecer el tratamiento y desinfección adecuada según los resultados específicos del agua.

Aun cuando dichas pruebas de bombeo son fundamentales para determinar el tipo de tratamiento y desinfección, no se pudo obtener información sobre ellas. Y, por ende, no se cuenta con la base suficiente para proponer un sistema EXACTO de tratamiento que vaya de acuerdo con las necesidades que podría presentar el acuífero en aspectos de calidad física y química.

A pesar de lo anterior se calcularon las cantidades de cloro necesario para la desinfección del agua del sistema propuesto, asumiendo que solo se necesita cloración.

#### 4.3.12.2 Volumen del dosificador

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de Cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificaste que se quiere establecer:

$$A = \frac{D \times Qb}{C \times 10}$$

Donde:

A= Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

D= Dotación de hipoclorito de sodio igual a 5.14 mg/lit.

Q= Caudal de bombeo (lpd).

C= Concentración de la disolución igual a 1.2%.

#### 4.3.13 Planos constructivos y especificaciones técnicas

Para los proyectos de agua potable, deben tomarse diferentes aspectos y consultar las normas vigentes para este tipo de sistemas, para así cumplir con las condiciones hidráulicas en el diseño de este tipo de proyecto.

Para el diseño de un buen sistema deben considerarse factores como: pendientes, longitud de tramos, ubicación de nodos, ubicación de accesorios, cruces de las tuberías. Para luego proponer profundidad de la tubería, altura del tanque y todos los materiales a emplearse al momento de ejecutarse el proyecto.

#### 4.3.13.1 Costo

Es obligatorio en la elaboración de obras hidráulicas de sistemas de abastecimiento de agua potable, la consideración de la economía. Con esta finalidad, la elección del periodo de vida útil que se adoptará en el proyecto. Es necesario determinar detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto de diseño de la red del abastecimiento de agua potable, así como todos sus componentes.

Los precios de materiales serán tomados de los costos promedios que se manejan en el mercado.

La mano de obra se determinará basándose en las normas de rendimiento horario para obras verticales y el catálogo de precios vigente para la construcción brindado por el FISE.

El costo total de una actividad es la sumatoria del costo de los materiales, la mano de obra, un 8% de la mano de obra para gastos de herramientas y equipo, y un 35% del costo directo adicional como costos indirectos. El software utilizado para el presupuesto será Microsoft Excel y Project.

#### 4.3.13.2 Análisis económico del proyecto

El enfoque de este proyecto es principalmente de carácter social, esto significa que puede ser realizada por La municipalidad de los Laueles, por el Gobierno o por alguna otra identidad que vaya enfocada principalmente a resolver una necesidad común y de ninguna manera, buscando alguna rentabilidad económica. La magnitud y el carácter de estos proyectos son de gran envergadura, por tal razón, su realización y duración son mayores.

# **V. CALCULOS Y RESULTADOS**

## 5.1 Diagnóstico

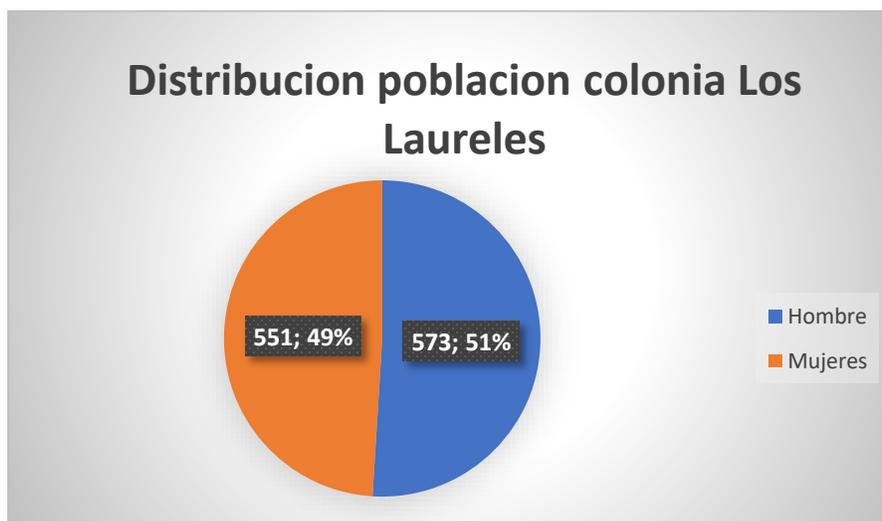
Los pobladores de la comunidad los Laureles, actualmente cuenta con un sistema de agua potable que fue diseñado para 12 puestos públicos de agua, red que cubre 8 cuadras del área central, Actualmente es la minoría la que se abastece de este sistema, dicho servicio es insuficiente en su abastecimiento ya que se brinda de media a una hora de servicio diario por lo cual no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable de distribución domiciliar.

La mayoría de las viviendas se abastecen de pozos excavados, teniendo que acarrear el agua desde 30 hasta 200 metros de distancia, lo antes expresado lleva a afirmar que es urgente diseñar y construir un sistema de abastecimiento de agua potable que beneficie a la comunidad.

### 5.1.1 Población y Vivienda

Según los datos arrojados por las encuestas hechas a los jefes de familia de la comunidad, existen actualmente 251 familias de los cuales el 51% (573) son mujeres y el 49% (551) son hombres con una población de 1,124 habitantes.

Ilustración 4: Distribución de la Población



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2 Actividad económica

La principal actividad económica es la agricultura, jornalero, ganadería, comerciantes, construcción y otros. Las principales actividades de patio que predominan en esta comunidad es la crianza de cerdos y gallinas los cuales ambulan por los patios de las viviendas.

### 5.1.3 Servicios Existentes

**Puesto de salud:** La comunidad Los Laureles cuenta con un puesto de salud donde son atendidos los pobladores.

**Cementerio:** Si hay en la comunidad, contabilizando alrededor de 300 tumbas.

**Parque Recreativo:** La comunidad cuenta con un parque recreativo donde asisten los pobladores de todas las edades.

### 5.1.4 Educación

En la comunidad existe un centro escolar que atiende cuatro modalidades: preescolar, primaria, secundaria regular y secundaria a distancia. Se atiende un total de 221 estudiantes.

### 5.1.5 Vías de Acceso y Transporte

En los Laureles, se cuenta con un camino de acceso de todo tiempo, construido de macadán, actualmente la trocha está en regular estado, con una distancia de 4 kms del desvió, o más bien de la comarca las Miradas la que se encuentra al borde de la carretera Managua- Nueva Guinea. Quedando la cabecera Municipal a unos 32 kms. La comunidad cuenta con calles internas en buen estado con dimensiones

suficientes para realizar los trabajos, el área propuesta del pozo y tanque están ubicados a la orilla de la carretera.

La comunidad de los Laureles, por su ubicación, tiene acceso a transporte colectivo que viaja de la comunidad Talolinga pasando por los Laureles a las 7 am con destino a Managua. De igual manera existen 4 unidades de transporte colectivo que cruzan por la comunidad; así mismo existen Bicicletas, Motos y medios diversos que son utilizados por los comunitarios para movilizarse.

### **5.1.6 Salud**

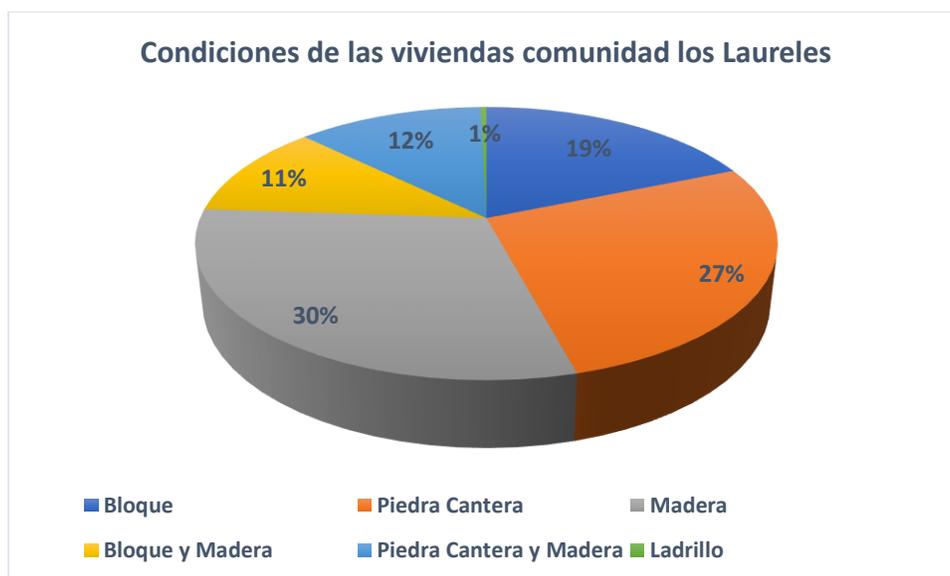
La comunidad Los Laureles cuenta con un puesto de salud donde son atendidos los pobladores, pero hay una serie de enfermedades que afectan a la población que según los habitantes son debido a la escases y mala calidad del agua. Estos dos agravantes desenlazan en enfermedades tales como: diarrea, enfermedades intestinales, parasitosis, fiebre y enfermedades renales.

### **5.1.7 Situación Habitacional**

En la inspección y visita de campo realizada a la comunidad, para el diagnóstico comunitario, se observó el tipo de materiales de los cuales están construidas las viviendas de la comunidad. Basados en la información recopilada simple inspección y la encuesta técnica recopilada podemos afirmar que todas las viviendas tienen techos de zinc, y la gran mayoría estructuras de madera.

En cuanto al material con que están construidas las viviendas tenemos que, de las 251 viviendas que hay en la comunidad 47 (19%) son de bloque, 68 (27%) son de piedra cantera, 76 (30%) son de madera, 28 (11%) son de bloque y madera a lo que los pobladores llaman minifalda, 31 (12%) son de piedra cantera y madera y 1(1%) de ladrillo, todas las viviendas tienen techos de zinc

Ilustración 5: Condición de la vivienda



Fuente: Elaboración propia.

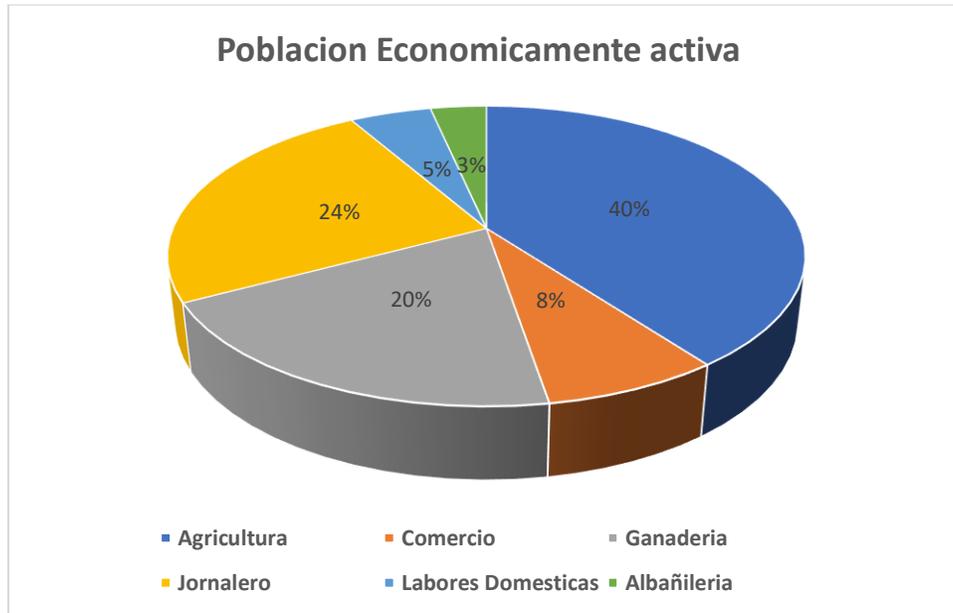
### 5.1.8 Disponibilidad de integración al proyecto

En la realización de las encuestas se observó que existe una gran voluntad de los habitantes de la comunidad que desean contar con el servicio de agua en sus domicilios y están dispuestos a apoyar el proyecto en todas sus etapas posibles, siempre que esté a su alcance y disposición. Su mayor aporte para este proyecto sería la de mano de obra, de la misma manera la población esta consiente que es un servicio pago y están dispuestos a solventar dichos pagos para el sufragio de sus necesidades.

### 5.1.9 Situación Económica

La población de la comunidad los Laureles está compuesta en su gran mayoría por gente trabajadora, en su mayoría, con una educación básica. Estas están dedicadas a las actividades de agricultura, comercio, ganaderías, jornalero, construcción y las labores domésticas. Para un total de 973 personas económicamente activas, 48 desempleados y 47 adultos mayores.

Ilustración 6: Población económicamente activa



Fuente: Elaboración Propia 2021

Con este gráfico es de fácil comprensión que 973 personas trabajan o son activos en la búsqueda de trabajo, este grupo está conformado por jóvenes mayores de 16 años y adultos menores de 65 años, lo que significa que de un total de 1124 habitantes 151 no están activos en la búsqueda de trabajo, así como niños y personas de la tercera edad.

#### 5.1.10 Condiciones Higiénicas de las viviendas

La carencia del vital líquido limita las acciones higiénicas que generalmente deben tomarse en cuenta en la vida cotidiana, ya sea en el hogar, escuela o distintas labores. Se obtuvo la siguiente información sobre las acciones generales que la comunidad toma de cara a la higiene colectiva.

En la comunidad existen un total de 229 letrinas distribuidas, cabe recalcar que no todas las viviendas poseen letrinas encontrándose 22 viviendas sin letrinas, por lo tanto, la población utiliza la letrina del vecino o defeca al aire libre.

Ilustración 7: Disposición de Excretas



Fuente: Elaboración Propia 2021

Además, se realizó una valoración a las estructuras sanitarias, de las que se desprenden tres estados: Buena, Regular y mal estado.

Ilustración 8: Estado de Letrinas



Fuente: Elaboración Propia 2021

Con relación a las disposiciones de la basura en la comunidad se comprobó que la mayoría la quema, pero un considerable porcentaje no utiliza métodos de eliminación de basura, pues esto es un indicador de los hábitos higiénico sanitarios de la comunidad. Otro porcentaje la bota, y la tercera parte la entierra.

## **5.2 Estudio topográfico**

### **5.2.1 Informe de topografía**

El levantamiento y estudio topográfico correspondientes a la altimetría y planimetría de la comunidad los Laureles fueron realizados y proporcionados por la alcaldía municipal de nueva guinea en la que fueron analizados y procesados los datos para el presente trabajo monográfico. (Línea de conducción-tanque-red de distribución total 17,933.23) tomando los primeros puntos de referencia con GPS en coordenadas UTM (WGS 84), realizando la totalidad de la tarea con estación total LEICA Flexline TS09 Series.

Se extrajeron los archivos con formato .txt del levantamiento topográfico desde la base de datos de la estación total al ordenador con ayuda del cable de la estación y programa Leica Geo Office.

A partir de las coordenadas obtenidas para cada uno de los puntos que se levantaron y utilizando el programa de diseño civil 3D 2016 se trazó:

- Croquis de la comunidad.
- Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución.
- Poligonales de los terrenos donde se ubicará pozo y tanque de almacenamiento.

- Perfil longitudinal de la línea de conducción pozo-tanque (sus respectivos puntos de ubicación).

### **5.2.2 Plano de la comunidad los Laureles**

Fue proporcionado por la alcaldía municipal de nueva guinea para posterior exportarlo a Epanet y dibujar la red.

### **5.2.3 Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución**

Se realiza el trazado de las curvas de nivel con ayuda del programa civil 3D 2016 en el cual se sigue los siguientes pasos:

- Se realiza un libro de Microsoft Excel 2020 con extensión csv (separado por comas), en el que se importan los archivos extraídos de la estación total y se ordenan de acuerdo a sus coordenadas UTM en norte, este, elevación, descripción. Procurando incluir todos los puntos correspondientes a terreno natural.
- Se importan los puntos al programa Civil 3d 2016 y creamos la superficie del terreno verificando el tridimalla que se crea para la interpolación de elevaciones se trazara correctamente y corrigiendo siguiendo el criterio ingenieril.
- Se realiza el etiquetado de las curvas mayores a cada 5 m de elevación y las menores a cada 1 m de elevación.

### **5.2.4 Poligonales donde se ubicó el pozo y tanque de almacenamiento**

Para el terreno donde se ubicó el pozo se propuso como emplazamiento de tanque, la propiedad que se encuentra en uno de los puntos más altos de la comunidad teniendo una cota de 1022.86 m. la distancia que hay entre el pozo y el terreno del

tanque es de 3,245.82 ml. En Anexo II Tabla 32 y 33 se presentan los datos de las poligonales de terreno de pozo y terreno de tanque.

### **5.2.5 Perfil longitudinal de la línea de conducción pozo-tanque (puntos de ubicación)**

Ya trazadas las curvas de nivel, utilizando el programa civil de 3d se procede a trazar el alineamiento de la línea de conducción y la tubería con su cobertura correspondiente lo cual la norma nos dice que para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo. (Ver planos)

## **5.3 Estudio Geofísico e Hidrogeológicas**

### **5.3.1 Información general**

Finalmente, se presenta el informe técnico con la descripción de los contenidos en capítulos del diagnóstico de los recursos hídricos del área de estudio para fines de perforación de pozos para el aprovechamiento de agua potable. (**Ver Anexo 1**).

En este documento técnico se presentan los resultados de las investigaciones geofísicas e hidrogeológicas a detalle efectuadas en la comunidad Los Laureles para la búsqueda de mejores sitios de fuentes de agua subterránea.

Las investigaciones geofísicas e hidrogeológicas a detalle se efectuaron en un entorno de 1.3 km<sup>2</sup> aproximadamente, delimitadas en sitio 1 y sitio 2; en donde se han proyectado lugares alternativos para perforación de un pozo con un caudal demandado de 50 galones por minuto (gpm); el cual suplirá la demanda actual y futura de agua de una población de diseño estimada para el 2041 de 1811 habitantes.

De acuerdo con los resultados obtenidos se propuso para este proyecto construir un pozo en sitio 1 probablemente factible para el aprovechamiento de agua, en las coordenadas UTM (764903 - 1307941) tabla 23.

## 5.4 Estimación de población y Consumos

Este es uno de los puntos más importantes para la elaboración del sistema de agua ya que de la cantidad de población que se estime, dependen todos los cálculos para el diseño de la red.

### 5.4.1 Estudio de Población

#### 5.4.1.1 Tasa de crecimiento

Para el cálculo de la población de diseño y tasa de crecimiento se utilizó el método geométrico y los censos efectuados (tabla 8) en la comunidad.

Tabla 8: Censos Poblacionales

Año censo	Población	Fuente
2013	960	Alcaldía Municipal
2021	1097	Encuesta socioeconómica

Fuentes: Propio, INIDE y Alcaldía Nueva Guinea

#### Tasa de crecimiento geométrica Kg

$$Kg = \left[ \left( \frac{1097}{960} \right)^{\left( \frac{1}{2021-2013} \right)} - 1 \right] * 100 = 1.68\%$$

De acuerdo con las normativas establecidas por el INAA la tasa de crecimiento útil Kg, no deberá de ser menor del 2.5%, ni mayor del 4%, por lo que en este caso se utilizó el mínimo de las Normas de 2.5%.

#### **5.4.1.2 Población de diseño**

El período del diseño se consideró de 20 años, por lo tanto, la cantidad de población que se estimada será en el período de 2021 -2041.

*Población<sub>2021</sub> = 1,097 habitantes*

*Población<sub>2041</sub> = 1,811 habitantes*

#### **5.4.2 Consumos de agua**

##### **5.4.2.1 Dotación**

Según Normas del INAA, (NTON 09003-99), establece que; para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias, para poblaciones menores a 5000 habitantes la dotación de diseño es de 75 lppd.

##### **5.4.2.2 Variaciones de consumo**

Para el cálculo de los consumos se utilizó una cobertura del 100%, según la proyección de población y con la dotación per cápita se calcularon las variaciones de consumos. Los resultados están reflejados en **tabla 9**, muestra la proyección de demanda de consumo (consumo promedio diario total), cálculo del consumo máximo día y consumo de máxima hora.

Tabla 9: Demandas y caudales de diseño

No.	Año	Pn	CPD		Pérdidas		CMD (F=1.5)		CMH (F=2.5)		Horas de bombeo hr
			l/s	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	
0	2021	1097	1.105	17.51	0.22	3.50	1.88	29.76	2.98	47.27	8.77
1	2022	1125	1.133	17.96	0.23	3.59	1.93	30.52	3.06	48.48	8.99
2	2023	1154	1.162	18.42	0.23	3.68	1.98	31.31	3.14	49.73	9.23
3	2024	1183	1.191	18.88	0.24	3.78	2.03	32.10	3.22	50.98	9.46
4	2025	1213	1.221	19.36	0.24	3.87	2.08	32.91	3.30	52.27	9.70
5	2026	1244	1.253	19.85	0.25	3.97	2.13	33.75	3.38	53.61	9.94
6	2027	1276	1.285	20.37	0.26	4.07	2.18	34.62	3.47	54.99	10.20
7	2028	1308	1.317	20.88	0.26	4.18	2.24	35.49	3.56	56.37	10.46
8	2029	1341	1.350	21.40	0.27	4.28	2.30	36.39	3.65	57.79	10.72
9	2030	1375	1.385	21.95	0.28	4.39	2.35	37.31	3.74	59.25	10.99
10	2031	1410	1.420	22.50	0.28	4.50	2.41	38.26	3.83	60.76	11.27
11	2032	1446	1.456	23.08	0.29	4.62	2.48	39.23	3.93	62.31	11.56
12	2033	1483	1.493	23.67	0.30	4.73	2.54	40.24	4.03	63.91	11.86
13	2034	1521	1.532	24.28	0.31	4.86	2.60	41.27	4.14	65.54	12.16
14	2035	1560	1.571	24.90	0.31	4.98	2.67	42.33	4.24	67.23	12.47
15	2036	1599	1.610	25.52	0.32	5.10	2.74	43.39	4.35	68.91	12.78
16	2037	1639	1.650	26.16	0.33	5.23	2.81	44.47	4.46	70.63	13.10
17	2038	1680	1.692	26.81	0.34	5.36	2.88	45.58	4.57	72.40	13.43
18	2039	1722	1.734	27.48	0.35	5.50	2.95	46.72	4.68	74.21	13.77
19	2040	1766	1.778	28.19	0.36	5.64	3.02	47.92	4.80	76.10	14.12
20	2041	1811	1.824	28.90	0.36	5.78	3.10	49.14	4.92	78.04	14.48

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 5.5 Diseño hidráulico del Sistema de Agua Potable

El abastecimiento de agua potable provendrá de un pozo del cual se extraerá hasta un tanque de almacenamiento ubicado en la cota más alta de la comunidad, y luego se distribuirá por tuberías de distintos diámetros a la población.

### 5.5.1 Fuente de abastecimiento

Según estudio hidrogeológico de la Alcaldía se propone para este proyecto explotar las aguas subterráneas por medio de la perforación de un pozo en el sitio 1 el cual es el más factible para el aprovechamiento de agua, en las coordenadas UTM (764903 - 1307941). En la ilustración 22 Anexo I se muestra el sitio del pozo propuesto en la Comunidad Los Laureles.

### 5.5.2 Obra de captación

Según estudios hidrogeológicos proporcionados por la Alcaldía se propone perforar un pozo preferentemente con el método rotativo, debido a la existencia de rocas duras en el subsuelo.

La profundidad de perforación del pozo será de 380 pies (115.85 metros). De los cuales, aproximadamente 248.9 pies se encontrarán dentro de los paquetes aluviales y el resto entre los estratos de filitas grafitosas fracturadas (Tabla 10).

Tabla 10: Características de obra de captación

Características	Pozo
<b>Diámetro de Perforación</b>	12 pulg.
<b>Diámetro Tubería de Revestimiento</b>	PVC SDR-26 Ø 6 plg. 120
<b>Rejilla de PVC ranurada</b>	Diámetro 6 plg.
<b>Empaque de grava</b>	1/2 plg. a 3/8 plg. Cantidad
<b>Tubo engrave</b>	20 pies
<b>Sello sanitario</b>	20 pies.
<b>Base de Concreto</b>	0.60x0.60x1.10 m
<b>Profundidad</b>	115.85 m

Fuente: Estudio Hidrogeológico – Alcaldía Municipal

Por otra parte, se deberán hacer los análisis físicos, químicos, bacteriológicos para determinar la presencia de materiales pesados en el agua, y asegurarse de que la fuente es apta para consumo humano.

### 5.5.3 Cálculo del equipo de bombeo

Para los cálculos del diseño hidráulico se consideraron dos sistemas operativos: FUENTE-TANQUE-RED y FUENTE-RED-TANQUE. En los resultados presentados a partir de esta sección, se compararon los cálculos de ambos sistemas.

#### 5.5.3.1 Condiciones

En tabla 11 se establecen las condiciones para el cálculo del equipo de bombeo.

Tabla 11: Condiciones para cálculo de equipo de bombeo

Características	Valores	Unidades
Nivel Estático del Agua en verano (NEA)	39.94	m
Variación Estacional	6.00	m
Abatimiento por bombeo	25.30	m
Sumergencia	6.0	m
Coeficiente de rugosidad	150	C
Q <sub>diseño</sub>	50	gpm
	3.15	lps
Tiempo de bombeo máximo	16	hr

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que en el estudio hidrogeológico se sugiere a criterio del geólogo que el abatimiento es de (25.31 m), se decidió realizar los cálculos del equipo de bombeo en cuanto a dicho valor.

### 5.5.3.2 Sistema operativo FUENTE-TANQUE-RED

#### 5.5.3.2.1 Diámetro interno de la tubería de descarga

$$D = 0.9(0.00315 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$
$$D = 0.067\text{m} = 2.65 \text{ pulg} \approx 3''$$

El diámetro mínimo de tubería resulta ser un poco menos de 3 pulgadas, por ende, para fines comparativos entre sistemas operativos, en los cálculos que se presentan a continuación se utilizó un diámetro de 3 pulgadas.

#### 5.5.3.2.2 Carga total dinámica

##### **Nivel más bajo del agua durante el bombeo (NB)**

$$\text{NB} = 39.94\text{m} + 25.30\text{m} + 6\text{m} = 71.24 \text{ m}$$

##### **Carga estática de la descarga (CED)**

$$\text{CED} = 1023.7 \text{ m} - 988.69 \text{ m} = 35.01 \text{ m}$$

##### **Pérdidas de la columna dentro del pozo ( $hf_{\text{columna}}$ )**

$$L_c = 71.24 \text{ m} + 6 \text{ m} = 77.24 \text{ m}$$

$$hf_{\text{columna}} = (0.05)(77.24 \text{ m}) = 3.86 \text{ m}$$

##### **Pérdidas en la descarga ( $hf_{\text{desc.}}$ )**

Utilizando la ecuación de Hazen-Williams se calcula las pérdidas de carga por fricción en la tubería de la columna de bombeo.

$$hf_{desc.} = 10.674 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \frac{L_{real}}{\phi^{4.97}}$$

$$L_{real} = 3245.82m$$

$$hf_{desc.} = 10.674 \left( \frac{0.00315 \text{ m}^3/s}{150} \right)^{1.85} \left( \frac{3245.82 \text{ m}}{(0.0762m)^{4.87}} \right) = 21.41 \text{ m}$$

Por ende, la carga total dinámica vendrá siendo igual:

$$CTD = 71.24 \text{ m} + 35.01 \text{ m} + 3.86 \text{ m} + H_{desc}$$

$$CTD = 110.11 + H_{desc} =$$

$$CTD = 110.11 + 21.41 \text{ m} = 131.52m \cong 431.38 \text{ pies}$$

#### 5.5.3.2.3 Potencia hidráulica de la bomba

$$P_B = \frac{(50 \text{ gpm}) * (431.38 \text{ ft})}{3960} = 5.45 \text{ HP}$$

La eficiencia de la bomba se seleccionó del 70% de acuerdo con datos brindados en el catálogo del fabricante, dichas especificaciones se encuentran detalladas en la sección de anexos IV. Bomba propuesta y sus especificaciones técnicas

$$P_{EB} = \frac{P_H}{e} = \frac{5.45 \text{ HP}}{0.70} * 1.2 = 7.78 * 1.2 = 9.34 \text{ HP}$$

Se requiere un equipo de bombeo con potencia total de aproximadamente 10 HP

### 5.5.3.3 Sistema operativo FUENTE-RED-TANQUE

El diámetro mínimo de tubería de descarga se mantiene el mismo de 3" y lo que aquí varía son las pérdidas en la descarga que toman en cuenta las pérdidas en la red con bombeo sin consumo y las pérdidas en la línea de descarga. Los cálculos se presentan a continuación.

#### 5.5.3.3.1 Carga total dinámica

$$CTD = 110.11 + Hf_{desc} =$$

#### **Pérdidas en la descarga ( $hf_{desc.}$ )**

Las pérdidas consideradas para este sistema operativo fueron las obtenidas en el análisis hidráulico del sistema, realizado con el software EPANET, para la condición sin consumo y cuyos resultados se presentan a detalle en la sección 5.5.4.5 de este documento.

$$hf_{desc} = Hf_{línea} + Hf_{red} =$$

$$hf_{desc} = 15.05 + 3.92 = 18.97 \text{ m}$$

Por ende, la carga total dinámica vendrá siendo igual:

$$CTD = 110.11 \text{ m} + 18.97 \text{ m} = 129.08 \text{ m} \cong 423.38 \text{ pies}$$

#### 5.5.3.3.2 Potencia hidráulica de la bomba

$$P_B = \frac{(50 \text{ gpm}) * (423.38 \text{ ft})}{3960} = 5.34 \text{ HP}$$

## Potencia analítica del equipo de bombeo

La eficiencia de la bomba se seleccionó siempre del 70% de acuerdo con datos brindados en el catálogo del fabricante, dichas especificaciones se encuentran detalladas en la sección de anexos VI de este documento.

$$P_{EB} = \frac{P_H}{e} = \frac{5.34HP}{0.70} * 1.2 = 9.15 = 10 HP$$

Se requiere un equipo de bombeo con potencia total de aproximadamente 10 HP.

### 5.5.3.4 Punto de operación y selección del equipo de bombeo

Se seleccionó el equipo de bombeo para las siguientes características de operación:

- ❖ Equipo Requerido
  - Caudal: 50 gpm
  - CTD: 423.38 pies
  - Potencia: 10 HP

A manera de referencia se utilizó un catálogo de bombas sumergibles de la empresa nicaragüense AQUATEC, dando como resultado la elección de la bomba sumergible AFT serie AT-50-10, de la marca AFT PUMPS, y con las siguientes características en la tabla 12.

Tabla 12: Características del equipo de bombeo

Características	Resultados
Diámetro	3 pulg.
Qb	80 gpm
CTD	520 pies
Potencia (P)	10 HP = 7.5 kw
Eficiencia	70%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13 se resumen las características del equipo de bombeo para las dos condiciones de análisis.

Tabla 13: Tabla resumen de resultados del equipo de bombeo

Descripción	Unidad	Resultado	
		F-T-R	F-R-T
<b>Diámetro interno de la tubería</b>	Pulgadas	3	3
<b>Nivel de bombeo (NB)</b>	Metros	71.24	71.24
<b>Carga estática de descarga (CED)</b>	Metros	131.52	129.08
<b>Pérdidas fricción en la columna de</b>	Metros	3.86	3.86
<b>Pérdidas fricción en la descarga (<math>hf_{desc.}</math>)</b>	Metros	21.41	18.97
<b>Carga total dinámica (CTD)</b>	Pies	431.38	423.38
<b>Potencia hidráulica calculada</b>	HP	9.34	9.15
<b>Potencia total propuesta</b>	HP	10	10

Fuente: Elaboración Propia

Se propone equipar el pozo, con un equipo de bomba sumergible de 10 HP, modelo AFT serie AT-50-10 de la marca AFT PUMPS. En la sección de **Anexo IV**, se presenta las especificaciones y la curva característica del equipo de bombeo.

Un equipo de bombeo de este tipo es requerido debido a la diferencia de niveles que existe en la ubicación propuesta del pozo al tanque de almacenamiento.

### 5.5.3.5 Tiempo de bombeo

El tiempo de bombeo máximo según caudal de bombeo es menor que el máximo recomendado que es de 16 horas.

Tabla 14: Horas de bombeo

Año	CMD (gpm)	Caudal de Bombeo	Horas de Bombeo (hr)
2021	29.76	49.14	8.77
2026	33.75	49.14	9.94
2031	38.26	49.14	11.27
2036	43.39	49.14	12.78
2041	49.14	49.14	14.48

Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.3.6 Electrificación del sistema

La electrificación del equipo de bombeo se tendrá que dar por medio de un transformador tipo convencional de distribución, de frecuencia 60 hertz, alta tensión de 240/480 voltios y las pruebas de las perdidas bajo carga y la regulación de voltaje deberán ser soportada para una temperatura de 80° C.

Así mismo, el centro de control del motor del arrancador debe estar provisto de un interruptor termo magnético, tipo ajustable, que proteja al motor de sobrecargas térmicas y corrientes de cortocircuito.

### 5.5.3.7 Línea de conducción por bombeo

Los siguientes cálculos se elaboraron para el análisis del sistema operativo FUENTE-TANQUE-RED.

#### 5.5.3.7.1 Diámetro mínimo

$$D = 0.9(3.15 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s})^{0.45} = 0.067m \cong 2.64 \text{ in} = 3 \text{ in}$$

### 5.5.3.7.2 Velocidad y gradiente

Para un diámetro de 3" (76 mm) y L = 3245.82 m, se calcula la velocidad y el gradiente a continuación:

$$V = \frac{4(3.15 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s})}{\pi(0.0762m)^2} = 0.691 \frac{m}{s}$$

$$0.6 \frac{m}{s} < 0.69 \frac{m}{s} < 1.5 \frac{m}{s}$$

$$S = \frac{20.78}{3245.82} * 1000 = 6.4 \frac{m}{1000 m} < 10 \frac{m}{1000 m}$$

Para un diámetro de 3" (76 mm) cumple con la velocidad y cumple también con el gradiente. Por otro lado, también se realizó un análisis del diámetro técnico económico (Tabla 15), con el objetivo de poder elegir el que mejor se desempeñara tanto económica como técnicamente.

Tabla 15: Diámetro técnico económico sistema F-T-R

Diámetro		Long	Vp	CAT C\$	hfdesc.		CTD pies	P HP	CAE C\$	CAEquiv. C\$
metros (m)	pulgadas (pulg)				m	pies				
0.0508	2	3245.82	86.4	37544.81	154.56	507.09	868.29	18.79	286578.51	324123.32
0.0762	3	3245.82	170	73872.89	21.46	70.39	431.59	9.34	142446.75	<b>216319.64</b>
0.1016	4	3245.82	220.24	95704.50	5.29	17.34	378.54	8.19	124937.41	220641.92

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran los resultados de dicha comparación, y se puede comprobar que el diámetro de 3" (75 mm) es el que resulta ser el más económico y la potencia del equipo es de 9.34 HP, por lo que se selecciona P= 10 HP.

### 5.5.3.8 Golpe de ariete

#### 5.5.3.8.1 Celeridad

Se considera una tubería de PVC SDR-26 de diámetro nominal 3 “, con un espesor de pared mínimo de 3.43 mm y un k de 18.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{0.0762m}{0.00343m}}}$$
$$C = 467.63 \text{ m/s}$$

#### 5.5.3.8.2 Tiempo de cierre

$$T = \frac{2 * 3245.82m}{467.63 \frac{m}{s}} = 13.88 \text{ seg}$$

#### 5.5.3.8.3 Sobrepresión

Aplicando la siguiente ecuación, se obtiene:

$$\Delta H. = \frac{467.63 \frac{m}{s} * 0.69 \frac{m}{s}}{9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$\Delta H. = 32.89 \text{ m}$$

#### 5.5.3.9 Presión total

$$PT = 32.89m + 35.01 \text{ m} = 67.9 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC de cedula SDR-26 es de aproximadamente 112 m.c.a., se demuestra la factibilidad del uso de dicha tubería para conformar la línea de conducción.

#### **5.5.4 Red de distribución**

Se encuentra formada por catorce mil seiscientos setenta y ocho metros de tubería PVC de diámetro de 3" y 2", sirviendo al 100% de la población de la comunidad.

##### **5.5.4.1 Análisis hidráulico de la Red**

Para el análisis hidráulico de la red de distribución, se consideraron dos escenarios el primero bajo el esquema de operación: FUENTE- TANQUE- RED, y el segundo funcionando a través del sistema: FUENTE-RED-TANQUE. Se presentan resultados de ambos modelos y se compararon resultados con el fin de obtener la mejor alternativa tanto hidráulica como económicamente.

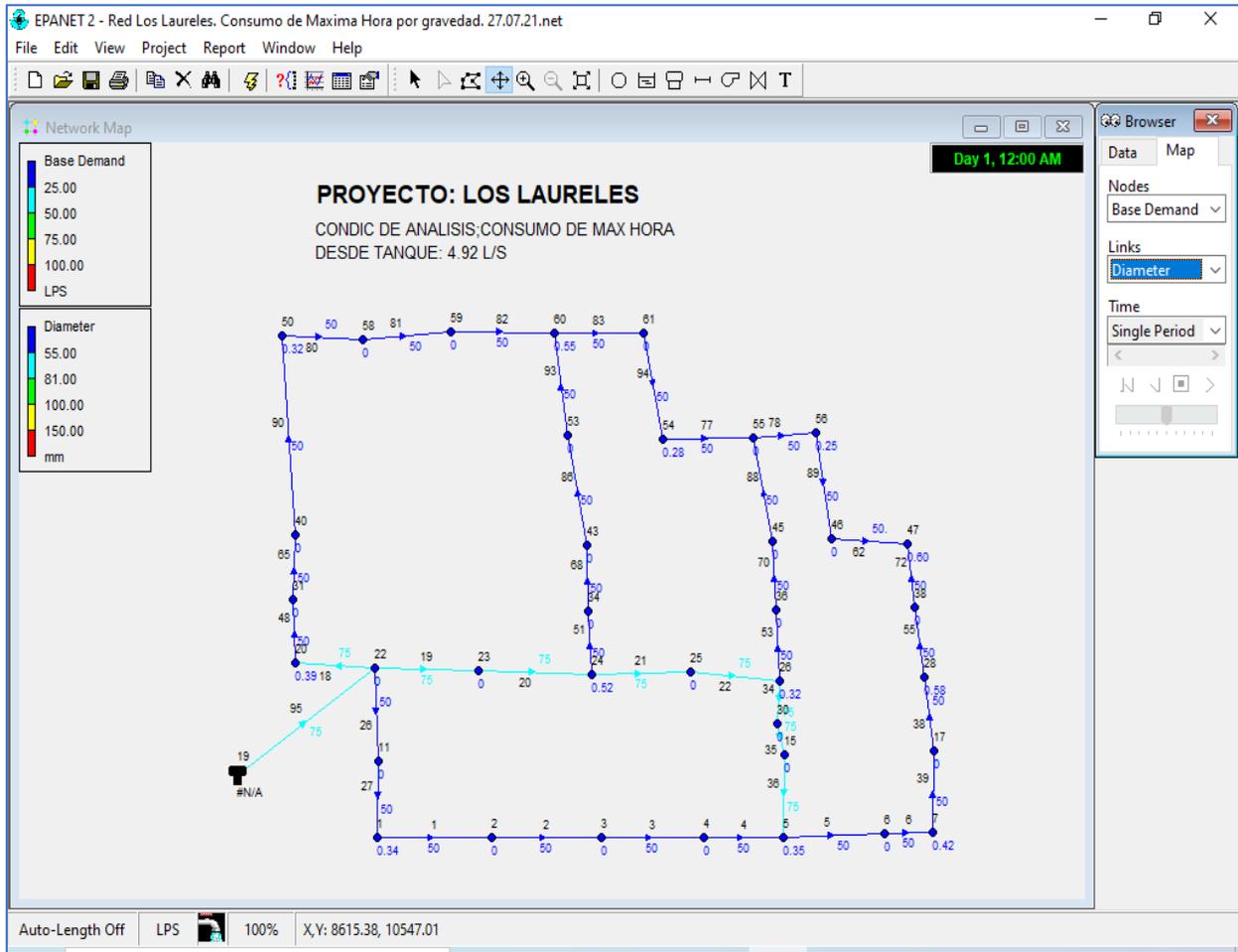
##### **5.5.4.2 Análisis de la red de distribución en Epanet versión 2.0 E**

En esta etapa del diseño hidráulico se trabajó con el programa EPANET Se configuro el programa de la siguiente manera:

- ❖ Unidades de caudal: litros por segundo. Realizando esta configuración se modifican las unidades de medida de los diámetros de tubería a milímetros y cotas de las conexiones a metros.
- ❖ Ecuación de pérdidas: Hazen–Williams. Se utiliza tubería PVC cedula 26 cuyo coeficiente de rugosidad es de 150, Se colocó la imagen de la comunidad de fondo para dibujar el esquema de la red de distribución.
- ❖ La demanda base de cada nodo se calculó con la longitud tributaria.

En la ilustración 11 se presenta el esquema planteado de la red de distribución en el Programa Epanet, en esta se puede observar los diámetros de las tuberías de la red y la demanda base en los nodos.

## Ilustración 9: Demanda base



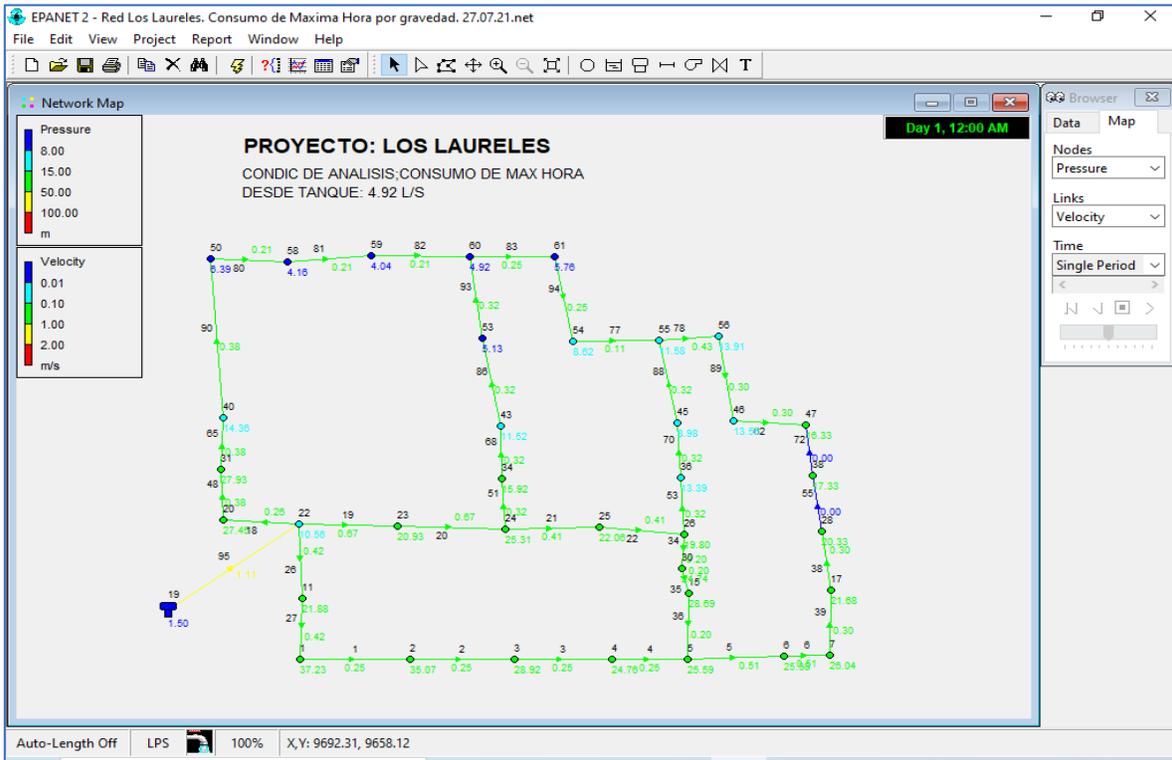
Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.4.3 Resultados de la modelación hidráulica

#### 5.5.4.3.1 Sistema de operación FUENTE-TANQUE-RED

Los resultados que se presentan en la ilustración 12 y tabla 16 y 17, modelados para la condición Consumo de máxima hora, desde el tanque (Red por gravedad).

## Ilustración 10: Presiones y velocidades



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Presiones en los Nodos. Condición de análisis: CMH en la red por gravedad.

Node ID	Elevation m	Base LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	981	0.34	0.34	1018.23	37.23
Junc 2	983	0	0	1018.07	35.07
Junc 3	989	0	0	1017.92	28.92
Junc 4	993	0	0	1017.76	24.76
Junc 5	992	0.35	0.35	1017.59	25.59
Junc 6	991	0	0	1016.38	25.38
Junc 7	990	0.42	0.42	1016.04	26.04
Junc 11	997	0	0	1018.88	21.88
Junc 15	989	0	0	1017.69	28.69
Junc 17	994	0	0	1015.68	21.68
Junc 20	992	0.39	0.39	1019.45	27.45
Junc 22	1009	0	0	1019.56	10.56
Junc 23	998	0	0	1018.93	20.93
Junc 24	993	0.52	0.52	1018.31	25.31

Node ID	Elevation m	Base LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 25	996	0	0	1018.06	22.06
Junc 26	998	0.32	0.32	1017.8	19.8
Junc 28	995	0.58	0.58	1015.33	20.33
Junc 30	993	0	0	1017.74	24.74
Junc 31	991	0	0	1018.93	27.93
Junc 34	1002	0	0	1017.92	15.92
Junc 36	1004	0	0	1017.39	13.39
Junc 38	998	0	0	1015.33	17.33
Junc 40	1004	0	0	1018.36	14.36
Junc 43	1006	0	0	1017.52	11.52
Junc 45	1008	0	0	1016.98	8.98
Junc 46	1002	0	0	1015.55	13.55
Junc 47	999	0.6	0.6	1015.33	16.33
Junc 50	1011	0.32	0.32	1017.39	6.39
Junc 53	1012	0	0	1017.13	5.13
Junc 54	1008	0.28	0.28	1016.62	8.62
Junc 55	1005	0	0	1016.58	11.58
Junc 56	1002	0.25	0.25	1015.91	13.91
Junc 58	1013	0	0	1017.16	4.16
Junc 59	1013	0	0	1017.04	4.04
Junc 60	1012	0.55	0.55	1016.92	4.92
Junc 61	1011	0	0	1016.76	5.76
Tank 19	1022	#N/A	-4.92	1023.5	1.5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Velocidades en los tramos de la red. Condición de análisis: CMH en la red por gravedad.

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 1	101.01	50	0.49	0.25	1.58	0.025
Pipe 2	99.69	50	0.49	0.25	1.58	0.025
Pipe 3	100.44	50	0.49	0.25	1.58	0.025
Pipe 4	106.68	50	0.49	0.25	1.58	0.025
Pipe 5	199.08	50	1.01	0.51	6.09	0.023
Pipe 6	55.79	50	1.01	0.51	6.09	0.023
Pipe 18	103.59	75	-1.13	0.26	1.05	0.024
Pipe 19	100.3	75	2.96	0.67	6.24	0.02
Pipe 20	100.35	75	2.96	0.67	6.24	0.02
Pipe 21	99	75	1.82	0.41	2.53	0.022
Pipe 22	102.63	75	1.82	0.41	2.53	0.022
Pipe 26	160.15	50	0.83	0.42	4.22	0.023

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 27	153.87	50	0.83	0.42	4.22	0.023
Pipe 34	89.94	75	0.87	0.2	0.65	0.024
Pipe 35	70.3	75	0.87	0.2	0.65	0.024
Pipe 36	159.2	75	0.87	0.2	0.65	0.024
Pipe 38	157.32	50	-0.59	0.3	2.24	0.025
Pipe 39	157	50	-0.59	0.3	2.24	0.025
Pipe 48	151.04	50	0.74	0.38	3.46	0.024
Pipe 51	156.84	50	0.62	0.32	2.49	0.024
Pipe 53	160.49	50	0.63	0.32	2.55	0.024
Pipe 55	162.2	50	0.01	0	0	0.036
Pipe 62	94.27	50	0.59	0.3	2.29	0.025
Pipe 65	164.72	50	0.74	0.38	3.46	0.024
Pipe 68	159.39	50	0.62	0.32	2.49	0.024
Pipe 70	158.81	50	0.63	0.32	2.55	0.024
Pipe 72	153.96	50	0.01	0	0	0.038
Pipe 77	106.02	50	0.21	0.11	0.34	0.029
Pipe 78	154.93	50	0.84	0.43	4.39	0.023
Pipe 80	188.56	50	0.42	0.21	1.22	0.026
Pipe 81	101.22	50	0.42	0.21	1.22	0.026
Pipe 82	102.59	50	0.42	0.21	1.22	0.026
Pipe 83	97.76	50	0.49	0.25	1.63	0.025
Pipe 86	156.43	50	0.62	0.32	2.49	0.024
Pipe 88	154.87	50	0.63	0.32	2.55	0.024
Pipe 89	156.57	50	-0.59	0.3	2.29	0.025
Pipe 90	278.58	50	0.74	0.38	3.46	0.024
Pipe 93	85.16	50	0.62	0.32	2.49	0.024
Pipe 94	83.67	50	-0.49	0.25	1.62	0.025
Pipe 95	247	75	4.92	1.11	15.96	0.019

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados arrojados por EPANET para la condición más crítica de consumo, las presiones en la red se encuentran por debajo de la presión máxima permisible por el INAA (NTON 09002 – 99, numeral 4.3), que es de  $37.23 < 50.0$  metros y la mínima se da en los nodos 58, 59 y 60 de 4.16, 4.04 y 4.92 respectivamente  $< 5.00$  m, la del depósito es despreciable ya que corresponde a la salida del tanque de almacenamiento. En cuanto a las velocidades en la mayoría de los tramos son menores a 0.4 m/s, por lo que en los puntos más bajos se colocarán válvulas de limpieza para cumplir con el mantenimiento que sea necesario.

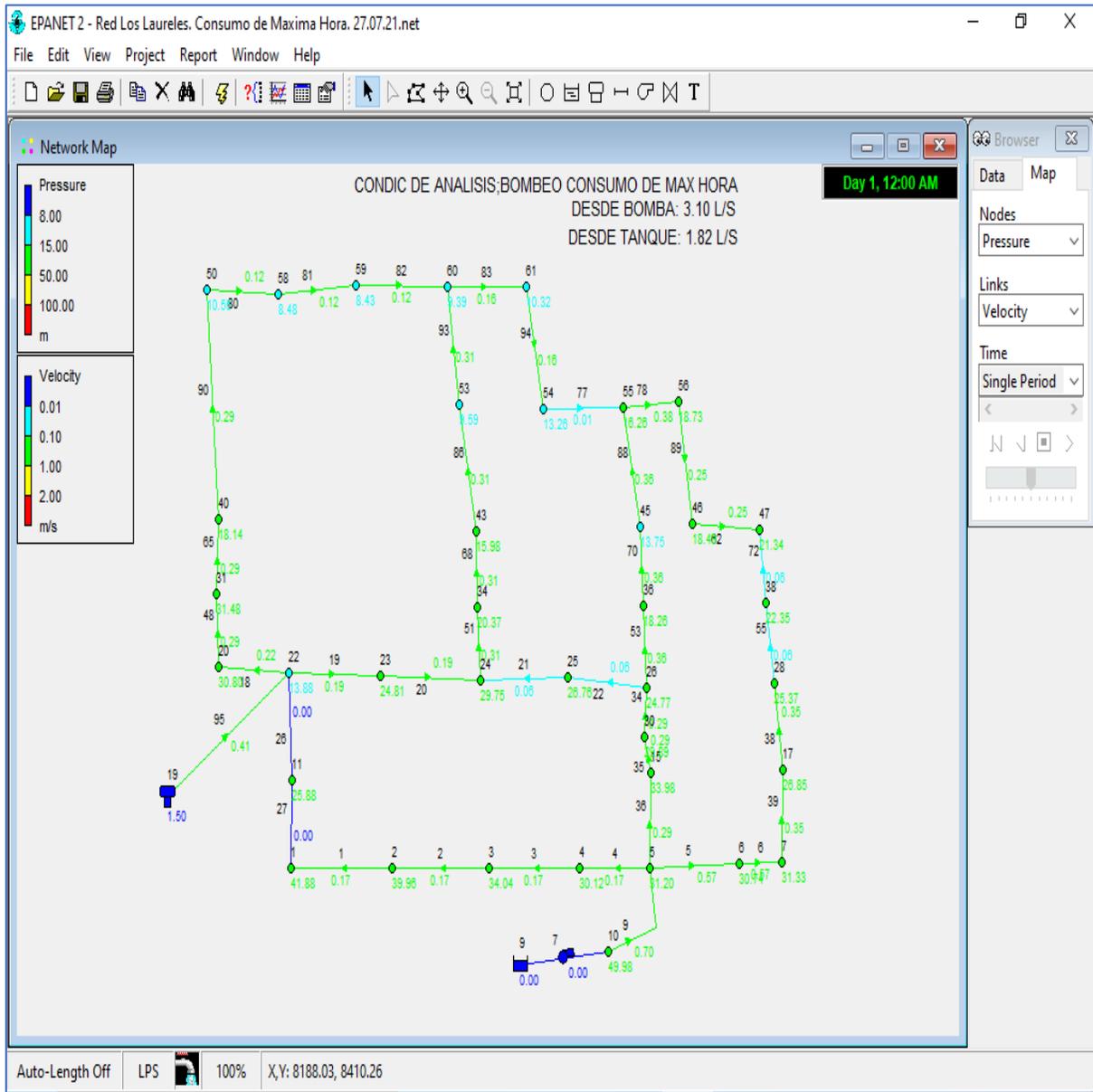
### 5.5.4.4 Sistema de operación FUENTE- RED-TANQUE

#### 5.5.4.4.1 Bombeo de Máximo día con Consumo de máxima hora.

Los resultados que se presentan en ilustración 13 y tablas 18 y 19.

Desde la bomba= 3.15 l/s. Desde el tanque= 4.92 l/s.

Ilustración 11: Presiones y velocidades. Condición de análisis: Bombeo de máximo día con CMH en la red.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Presiones en los nodos. Condiciones de análisis: Bombeo de máximo día con CMH en la red.

Node ID	Elevation m	Base LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	981	0.34	0.34	1022.88	41.88
Junc 2	983	0	0	1022.96	39.96
Junc 3	989	0	0	1023.04	34.04
Junc 4	993	0	0	1023.12	30.12
Junc 5	992	0.35	0.35	1023.2	31.2
Junc 6	991	0	0	1021.74	30.74
Junc 7	990	0.42	0.42	1021.33	31.33
Junc 11	997	0	0	1022.88	25.88
Junc 15	989	0	0	1022.98	33.98
Junc 17	994	0	0	1020.85	26.85
Junc 20	992	0.39	0.39	1022.8	30.8
Junc 22	1009	0	0	1022.88	13.88
Junc 23	998	0	0	1022.81	24.81
Junc 24	993	0.52	0.52	1022.75	29.75
Junc 25	996	0	0	1022.76	26.76
Junc 26	998	0.32	0.32	1022.77	24.77
Junc 28	995	0.58	0.58	1020.37	25.37
Junc 30	993	0	0	1022.89	29.89
Junc 31	991	0	0	1022.48	31.48
Junc 34	1002	0	0	1022.37	20.37
Junc 36	1004	0	0	1022.26	18.26
Junc 38	998	0	0	1020.35	22.35
Junc 40	1004	0	0	1022.14	18.14
Junc 43	1006	0	0	1021.98	15.98
Junc 45	1008	0	0	1021.75	13.75
Junc 46	1002	0	0	1020.49	18.49
Junc 47	999	0.6	0.6	1020.34	21.34
Junc 50	1011	0.32	0.32	1021.56	10.56
Junc 53	1012	0	0	1021.59	9.59
Junc 54	1008	0.28	0.28	1021.26	13.26
Junc 55	1005	0	0	1021.26	16.26
Junc 56	1002	0.25	0.25	1020.73	18.73
Junc 58	1013	0	0	1021.48	8.48
Junc 59	1013	0	0	1021.43	8.43
Junc 60	1012	0.55	0.55	1021.39	9.39
Junc 61	1011	0	0	1021.32	10.32
Junc 10	988.69	0	0	1038.67	49.98
Resvr 9	988.69	#N/A	-3.1	988.69	0
Tank 19	1022	#N/A	-1.82	1023.5	1.5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Velocidades en los tramos. Condición de análisis: Bombeo de máximo día con CMH en la red.

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit m/km
Pipe 1	101.01	50	-0.34	0.17	0.8
Pipe 2	99.69	50	-0.34	0.17	0.79
Pipe 3	100.44	50	-0.34	0.17	0.8
Pipe 4	106.68	50	-0.34	0.17	0.8
Pipe 5	199.08	50	1.11	0.57	7.34
Pipe 6	55.79	50	1.11	0.57	7.34
Pipe 18	103.59	75	-0.95	0.22	0.76
Pipe 19	100.3	75	0.86	0.19	0.63
Pipe 20	100.35	75	0.86	0.19	0.63
Pipe 21	99	75	-0.28	0.06	0.08
Pipe 22	102.63	75	-0.28	0.06	0.08
Pipe 26	160.15	50	0	0	0
Pipe 27	153.87	50	0	0	0
Pipe 34	89.94	75	-1.3	0.29	1.36
Pipe 35	70.3	75	-1.3	0.29	1.36
Pipe 36	159.2	75	-1.3	0.29	1.36
Pipe 38	157.32	50	-0.69	0.35	3.05
Pipe 39	157	50	-0.69	0.35	3.05
Pipe 48	151.04	50	0.56	0.29	2.08
Pipe 51	156.84	50	0.61	0.31	2.44
Pipe 53	160.49	50	0.71	0.36	3.17
Pipe 55	162.2	50	0.11	0.06	0.11
Pipe 62	94.27	50	0.49	0.25	1.58
Pipe 65	164.72	50	0.56	0.29	2.08
Pipe 68	159.39	50	0.61	0.31	2.44
Pipe 70	158.81	50	0.71	0.36	3.17
Pipe 72	153.96	50	0.11	0.06	0.11
Pipe 77	106.02	50	0.03	0.01	0.01
Pipe 78	154.93	50	0.74	0.38	3.41
Pipe 80	188.56	50	0.24	0.12	0.44
Pipe 81	101.22	50	0.24	0.12	0.44
Pipe 82	102.59	50	0.24	0.12	0.44
Pipe 83	97.76	50	0.31	0.16	0.68
Pipe 86	156.43	50	0.61	0.31	2.44
Pipe 88	154.87	50	0.71	0.36	3.17
Pipe 89	156.57	50	-0.49	0.25	1.58
Pipe 90	278.58	50	0.56	0.29	2.08
Pipe 93	85.16	50	0.61	0.31	2.44
Pipe 94	83.67	50	-0.31	0.16	0.68
Pipe 95	247	75	1.82	0.41	2.52
Pipe 9	2277.1	75	3.1	0.7	6.79
Pump 7	#N/A	#N/A	3.1	0	-49.98

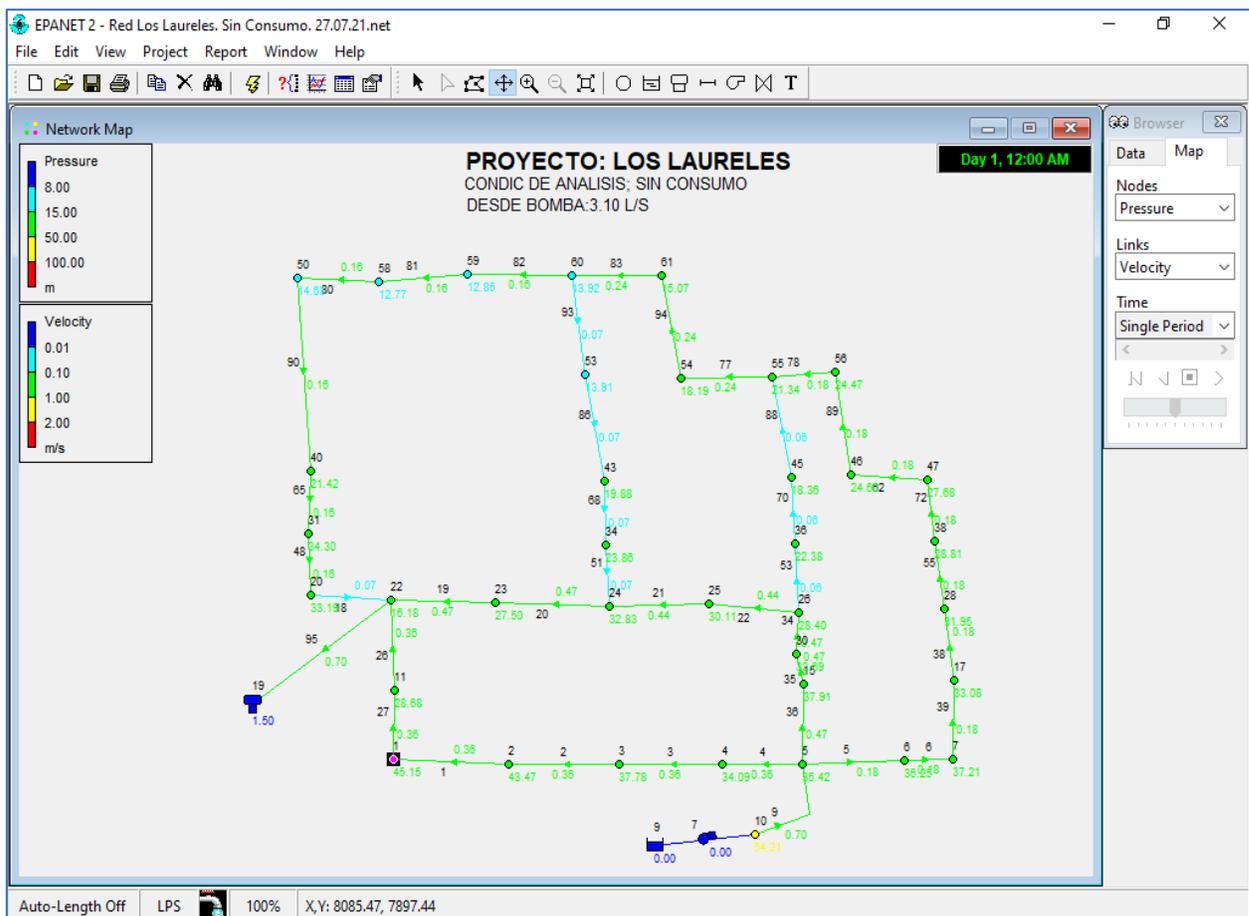
Fuente: Elaboración Propia

Según resultados de este análisis las presiones en la mayoría de los puntos son mayores que el caso anterior, resultando la máxima en el nodo 10 de 49.98 m y la presión mínima en el nodo 59 de 8.43 m; las velocidades en su mayoría son menores a 0.40 m/s con excepción del tramo 9, 5, 6, y 95.

### 5.5.4.5 Bombeo sin consumo en la red

Los resultados que se presentan en Ilustración 14 y tablas 20 y 21.

Ilustración 12: Presiones y velocidades



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Presiones en los Nodos. Condición de análisis: Bombeo sin consumo en la red

Nodo ID	Elevación m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Junc 1	981	0	0	1026.2	45.15
Junc 2	983	0	0	1026.5	43.47
Junc 3	989	0	0	1026.8	37.78
Junc 4	993	0	0	1027.1	34.09
Junc 5	992	0	0	1027.4	35.42
Junc 6	991	0	0	1027.3	36.25
Junc 7	990	0	0	1027.2	37.21
Junc 11	997	0	0	1025.7	28.68
Junc 15	989	0	0	1026.9	37.91
Junc 17	994	0	0	1027.1	33.08
Junc 20	992	0	0	1025.2	33.19
Junc 22	1009	0	0	1025.2	16.18
Junc 23	998	0	0	1025.5	27.5
Junc 24	993	0	0	1025.8	32.83
Junc 25	996	0	0	1026.1	30.11
Junc 26	998	0	0	1026.4	28.4
Junc 28	995	0	0	1027	31.95
Junc 30	993	0	0	1026.7	33.69
Junc 31	991	0	0	1025.3	34.3
Junc 34	1002	0	0	1025.9	23.86
Junc 36	1004	0	0	1026.4	22.38
Junc 38	998	0	0	1026.8	28.81
Junc 40	1004	0	0	1025.4	21.42
Junc 43	1006	0	0	1025.9	19.88
Junc 45	1008	0	0	1026.4	18.36
Junc 46	1002	0	0	1026.6	24.6
Junc 47	999	0	0	1026.7	27.68
Junc 50	1011	0	0	1025.6	14.63
Junc 53	1012	0	0	1025.9	13.91
Junc 54	1008	0	0	1026.2	18.19
Junc 55	1005	0	0	1026.3	21.34
Junc 56	1002	0	0	1026.5	24.47
Junc 58	1013	0	0	1025.8	12.77
Junc 59	1013	0	0	1025.9	12.85
Junc 60	1012	0	0	1025.9	13.92
Junc 61	1011	0	0	1026.1	15.07
Junc 10	989	0	0	1042.9	54.21
Resvr 9	989	#N/A	-3.1	988.69	0
Tank 19	1022	#N/A	3.1	1023.5	1.5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Velocidades y pérdidas en las tuberías. Condición de análisis: Bombeo sin consumo en la red

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Headloss m
Pipe 1	101.01	50	-0.7	0.36	3.1	0.31
Pipe 2	99.69	50	-0.7	0.36	3.1	0.31
Pipe 3	100.44	50	-0.7	0.36	3.1	0.31
Pipe 4	106.68	50	-0.7	0.36	3.1	0.31
Pipe 5	199.08	50	0.34	0.18	0.83	0.31
Pipe 6	55.79	50	0.34	0.18	0.83	0.31
Pipe 18	103.59	75	0.32	0.07	0.1	0.33
Pipe 19	100.3	75	-2.08	0.47	3.24	0.17
Pipe 20	100.35	75	-2.08	0.47	3.24	0.05
Pipe 21	99	75	-1.94	0.44	2.84	0.01
Pipe 22	102.63	75	-1.94	0.44	2.84	0.32
Pipe 26	160.15	50	-0.7	0.36	3.1	0.33
Pipe 27	153.87	50	-0.7	0.36	3.1	0.28
Pipe 34	89.94	75	-2.06	0.47	3.18	0.29
Pipe 35	70.3	75	-2.06	0.47	3.18	0.50
Pipe 36	159.2	75	-2.06	0.47	3.18	0.48
Pipe 38	157.32	50	-0.34	0.18	0.83	0.29
Pipe 39	157	50	-0.34	0.18	0.83	0.22
Pipe 48	151.04	50	-0.32	0.16	0.74	0.51
Pipe 51	156.84	50	-0.14	0.07	0.17	0.13
Pipe 53	160.49	50	0.12	0.06	0.12	0.13
Pipe 55	162.2	50	0.34	0.18	0.83	0.11
Pipe 62	94.27	50	-0.34	0.18	0.83	0.03
Pipe 65	164.72	50	-0.32	0.16	0.74	0.02
Pipe 68	159.39	50	-0.14	0.07	0.17	0.13
Pipe 70	158.81	50	0.12	0.06	0.12	0.08
Pipe 72	153.96	50	0.34	0.18	0.83	0.12
Pipe 77	106.02	50	-0.47	0.24	1.47	0.03
Pipe 78	154.93	50	-0.34	0.18	0.83	0.02
Pipe 80	188.56	50	-0.32	0.16	0.74	0.13
Pipe 81	101.22	50	-0.32	0.16	0.74	0.16
Pipe 82	102.59	50	-0.32	0.16	0.74	0.13
Pipe 83	97.76	50	-0.47	0.24	1.47	0.14
Pipe 86	156.43	50	-0.14	0.07	0.17	0.07
Pipe 88	154.87	50	0.12	0.06	0.12	0.08
Pipe 89	156.57	50	0.34	0.18	0.83	0.14
Pipe 90	278.58	50	-0.32	0.16	0.74	0.03
Pipe 93	85.16	50	-0.14	0.07	0.17	0.02
Pipe 94	83.67	50	0.47	0.24	1.47	0.13
Pipe 95	247	75	-3.1	0.7	6.8	0.21
Pipe 9	2277.1	75	3.1	0.7	6.8	0.01
Pump 7	#N/A	#N/A	3.1	0	-54.21	

Fuente: Elaboración Propia

Con este análisis dan como resultados las presiones mayores en todos los nodos siendo la máxima en el nodo 1 de 45.15 m < 50 m y las velocidades bajas < a 0.40 m/s con excepción de la línea de la fuente al tanque que resulta de 070 m/s. La sumatoria de pérdidas desde la bomba al tanque es de **18.97 m.** que tiene que vencer la bomba.

#### 5.5.4.6 Comparación entre ambos sistemas de operación

En tabla 22, se presenta una comparación técnica y económica de ambas redes

Tabla 22. Comparación técnica de redes

Descripción	Unidades	Sistema Fuente-Tanque-Red	Sistema Fuente-Red – Tanque
<b>Presión y velocidad</b>			
Presión mínima	mca	4.04	8.43
Presión máxima	mca	37.23	49.98
Presión promedio	mca	18.06	22.10
Velocidad mínima	m/s	0.01	0.01
Velocidad máxima	m/s	0.67	0.70
<b>Tuberías</b>			
Diámetro de 2"	m	11,631	11,631
Diámetro de 3"	m	968.72	968.72
Línea de conducción de 3"	m	3245.82	2277.10
Longitud total	m	<b>15,845.54</b>	<b>14,876.82</b>
Diferencia	m	<b>968.72</b>	
<b>Equipo</b>			
CTD	pies	431.38	423.38
Potencia calculada	HP	9.34	9.15
<b>Potencia propuesta</b>		<b>10.00</b>	<b>10.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en ambos sistemas, las presiones resultaron estar todas dentro del rango permisible establecido por las normas, en

cuanto a las velocidades en las tuberías, la mayor parte son inferiores a la mínima permisible en las normas (0.40 m/s). Por lo tanto, es necesario que se preste particular atención al mantenimiento y limpieza de la red, para así evitar cualquier posibilidad de sedimentos que lleguen hasta los consumidores.

Después de haber analizado ambos escenarios hidráulicamente, se hace constar que los dos sistemas operativos podrían ser implementados dentro del proyecto, pero el sistema FUENTE- RED-TANQUE, como se presentó anteriormente en la tabla 22, se mejoran las presiones en los nodos, las velocidades en los tramos y más económico por tener menor longitud de tubería ya que la potencia para ambos casos es igual.

#### 5.5.4.7 Conexiones domiciliarias

Se instalarán 270 conexiones domiciliarias con una tubería PVC de ½" de diámetro.

#### 5.5.4.8 Almacenamiento

##### Volumen del tanque

$$V_T = 0.35 * 161.60 \frac{m^3}{dia} = 56.56 m^3$$

$$V_T = 14,941.45 \text{ galones}$$

##### Altura y base del tanque

Con una constante de  $k = 2$ ,

$$h = \frac{\frac{56.56 m^3}{100}}{3} + 2$$

$$h = 2.18 m$$

$$L = \sqrt{\frac{56.56 m^3}{2.18 m}}$$

$$L = 5.09 m$$

Se propone un tanque con capacidad de 60 m<sup>3</sup> (15,850.2 galones) de geometría trapezoidal se construirá de concreto ciclópeo con lado interno de 6.05 metros y altura de rebose de 2.2 metros.

#### 5.5.4.9 Tratamiento y desinfección

Aun sin contar con los análisis bacteriológicos y físico químicos pertinentes, se propone una dosificación de hipoclorito de sodio (liquido), en base a lo establecido por las normas del INAA.

$$A = \frac{D \times Q \times b}{C \times 10}$$

$$A = \frac{5.14 \text{ ml} \times 267840 \text{ lpd}}{1.2\% \times 10}$$

$$A = 114724.8 \text{ ml} * d$$

$$A = \frac{114724.8}{1000 \text{ ml/l}}$$

$$A = 114.7 \text{ lpd}$$

Donde:

A= Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

D= Dotación de hipoclorito de sodio igual a 5.14 ml/lit.

Q= Caudal de bombeo (lpd).

C= Concentración de la disolución igual a 1.2%.

La aplicación al agua de la solución se efectuará mediante un hipo clorador de carga constante. A inicios del primer periodo de 10 años de la vida útil del proyecto, se deberá realizar una inspección detallada para verificar el funcionamiento de la unidad y si es necesario reemplazarla.

La dosificación deberá ser recalculada basado en los nuevos requerimientos, una vez se cumpla con la realización de todos los análisis del agua necesarios, o en otro caso deberá ser considerada una nueva alternativa de desinfección.

Se presentan las recomendaciones para la desinfección del agua.

- Para el proceso de desinfección del agua se utilizará hipoclorito de Sodio líquido por la facilidad al dosificar y la comodidad al usar para agua de consumo humano.
- El tiempo de almacenamiento del hipoclorito no deberá de ser mayor de un mes.
- El hipoclorito, se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica (5.14 gr/L) con agua limpia hasta una concentración máxima de 1% al 3%.
- El tiempo de contacto entre el cloro y el agua será de 30 minutos antes de que llegue al consumidor. En situaciones adversas, se puede aceptar un mínimo de 10 minutos, por lo cual, se deberá de disminuir la dosis requerida.

#### **5.5.5 Resumen de Obras propuestas.**

A continuación, se presentan las tablas 23, 24, 25 y 26 los resúmenes de todas las obras propuestas para llevar a cabo el proyecto de abastecimiento de agua potable en la comunidad Los Laureles.

Tabla 23: Características del pozo propuesto

<b>Pozo perforado</b>	
<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
<b>Profundidad</b>	380 pies
<b>Diámetro de perforación</b>	12"
<b>Diámetro de tubería de revestimiento</b>	PVC SDR26 $\phi$ 6" 380 pies
<b>Rejilla de PVC ranurada</b>	$\phi$ 6"
<b>Empaque de grava</b>	1/2" – 3/8"
<b>Tubo de engrave</b>	20 pies
<b>Sello sanitario</b>	20 pies
<b>Base de concreto</b>	0.6x0.6x1.10
<b>Caudal de diseño</b>	50 gpm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Características de la bomba A requerir

<b>Bomba sumergible</b>	
<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
<b>Caudal de bombeo</b>	3.15 lps
<b>Carga Total Dinámica (CTD)</b>	423.38 pies
<b>Potencia hidráulica (calculada)</b>	9.15 H P
<b>Potencia analítica</b>	10 H P
<b>Diámetro</b>	3"
<b>Eficiencia</b>	70%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Características de la red de distribución propuesta

<b>Red de distribución</b>	
<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
<b>Diámetro de tubería</b>	2"
<b>Longitud</b>	11,631 m
<b>Diámetro de tubería</b>	3"
<b>Longitud</b>	3,245.822 m
<b>Longitud total de tubería</b>	14,876.82 m
<b>Volumen de excavación</b>	14728.05 m3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Características del tanque de almacenamiento propuesto

<b>Tanque de almacenamiento</b>	
<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
<b>Base mayor</b>	6.05 m
<b>Base menor</b>	4.51 m
<b>Altura de rebose</b>	2.2 m
<b>Altura total</b>	2.90 m
<b>Volumen de agua (m3)</b>	60 m3

Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.6 Identificación de beneficios

Los beneficios del proyecto están en estrecha relación con los problemas detectados. Y dieron origen a los objetivos planteados en el proyecto.

Beneficios:

- a) Disminución del tiempo ocupado en acarreo de agua.

- b) Mejorar el abastecimiento de servicios sanitarios para reducir las enfermedades que derivan de la falta de agua o del empleo de aguas infectadas.
- c) Aumento de la cantidad de agua disponible, satisfacer el crecimiento de la demanda de agua.
- d) Acceso a agua potable segura y limpia; acrecentando el bienestar económico y social y, mejorando la efectividad económica en el aprovisionamiento de los servicios
- e) Aumento en la continuidad de la disponibilidad de agua.
- f) Mayores posibilidades productivas.
- g) Beneficios para la salud pública.
- h) Incremento en el valor de la propiedad.

#### **5.5.7 Costos de las obras propuestas**

El costo total de las obras del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Los Laureles, asciende a **C\$ 7,835,081.18 (siete millones, ochocientos treinta y cinco mil ochenta y un córdobas con dieciocho centavos netos).**

En el anexo VII se muestra a detalle el presupuesto calculado, basado en la cuantificación y estimado de volúmenes de obras, siendo congruentes con las etapas, subetapas y actividades constructivas y de desarrollo, valorando tanto costos directos como indirectos.

En la tabla 27 presentada a continuación se desglosa el presupuesto general por etapa del proyecto:

Tabla 27: Presupuesto General del Proyecto

<b>NOMBRE DEL PROYECTO: FORMULACION SISTEMA DE AGUA POTABLE COLONIA LOS LAURELES</b>		
<b>Municipio: Nueva Guinea Departamento: RACCS</b>		
<b>ETAPA</b>	<b>Actividad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>310</b>	<b>Preliminares</b>	<b>C\$1,100,880.75</b>
<b>320</b>	<b>Línea de Conducción</b>	<b>C\$960,720.31</b>
<b>330</b>	<b>Línea de Distribución</b>	<b>C\$1,697,545.51</b>
<b>335</b>	<b>Tanque de Almacenamiento</b>	<b>C\$732,142.59</b>
<b>340</b>	<b>Fuente y Obras de Toma</b>	<b>C\$2,745,325.09</b>
<b>350</b>	<b>Conexiones</b>	<b>C\$574,508.05</b>
<b>360</b>	<b>Planta de Purificación</b>	<b>C\$19,858.05</b>
<b>370</b>	<b>Limpieza y Entrega</b>	<b>C\$4,100</b>
<b>Costo Total:</b>		<b>C\$ 7,835,081.18</b>

Fuente: Elaboración Propia (2021)

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

1. La población de la comunidad solo cuenta con un pozo y pequeños arroyos, como principales fuentes de abastecimiento desde donde toca acarrear el líquido largas distancias por lo que es de gran urgencia para la comunidad, la construcción de este proyecto para mejorar sus condiciones de vida.
2. Se conocieron las longitudes entre puntos (nodos de la red, pozo y tanque) así como los puntos más altos y bajos de la comunidad que son de gran importancia para conocer las presiones máximas y mínimas en el sistema.
3. El estudio hidrogeológico fue proporcionado por la Alcaldía de la zona y se tomó la información para el presente estudio.
4. Se bombearán 50 (Cincuenta) galones por minuto de un pozo perforado. El agua se impulsará por medio de equipo de Bombeo de tipo sumergible serie AT50-10 de potencia 10 Hp, con una capacidad de 80 (ochenta) galones por minuto.
5. La línea de conducción bombeará agua de la fuente hasta la red y al tanque de almacenamiento. Existiendo una longitud entre estos dos puntos de 3,245.82 (tres mil doscientos cuarenta y cinco metros con ochenta y dos centímetros) de tubería de PVC SDR 26 con un diámetro 3 pulgadas.
6. Se incluyeron en el presupuesto cuatro equipos de bombeo, dos para el periodo 2021 - 2031, y dos para el periodo 2031 – 2041 el cual contempla uno de respaldo por periodo.
7. Se almacenarán 60 m<sup>3</sup> de agua por día (15,850 galones). Volumen de agua que fue determinado mediante el cálculo de proyección de población para el periodo 2021 -2041 El tanque de almacenamiento será de forma trapezoidal sobre suelo de concreto monolítico, con una altura de (2.20 m), de (4.51 m) de

ancho por (6.05 m) de largo en sus dimensiones internas y ubicado en el punto más alto (1022.86 msnm), en la comunidad los Laureles, (ver detalle en plano)

8. La red de distribución diseñada tendrá una longitud total de 14,876.82 (catorce mil ochocientos setenta y seis puntos ochenta y dos) metros lineales de tubería, de 50 y 76 mm equivalentes a 2" y 3" pulgadas respectivamente y el material será de PVC SDR 26, con una presión nominal de trabajo de 11.25 (Kg/cm<sup>2</sup>).
9. La modelación se realizó en análisis de régimen permanente, no se tiene la curva de modelación del sitio para realizar análisis de período extendido, por lo tanto, no se puede realizar el análisis del cloro, los datos serían irreales. Además, la red es pequeña y cerrada no hay problemas de las variaciones de las concentraciones
10. Las conexiones domiciliarias beneficiaran a todas las familias de la comunidad y se deberá considerar una por cada vivienda, con una tubería de 1/2" de diámetro.
11. El costo total del proyecto será de C\$ 7,835,081.18 (siete millones, ochocientos treinta y cinco mil ochenta y un córdobas punto dieciocho centavos).
12. El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo considerado la realidad socioeconómica de la comunidad y las características hidrológico y topográficas del sitio.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Primordialmente se recomienda realizar las pruebas de bombeo pertinentes, no solo para confirmar la capacidad y soporte del acuífero, sino también, para poder extraer las muestras de agua que se necesitan para llevar a cabo el análisis físico químico y bacteriológico y así determinar si cumple con las características para el consumo humano. A través de las pruebas de bombeo se verificarán todas las características del acuífero y podrán corregirse los datos en base a estos, si se estima conveniente.
- ✓ Formar y capacitar comités de agua potable y saneamiento antes, durante y después de que sea concluida la obra, así como los beneficios que este traerá a la comunidad.
- ✓ Es necesario implementar un sistema de recolección de basura, que le permita a la población desechar los residuos de manera segura y sin comprometer el medio ambiente.
- ✓ Realizar un estudio de impacto ambiental, por la construcción de obras propuestas, con el fin de determinar el efecto que estas tendrán dentro del medio ambiente circundante.
- ✓ Se recomienda eliminar focos de contaminación en un radio mínimo de 30 metros de la fuente y tanque, con el objetivo de proteger la calidad de las aguas.
- ✓ También se considera necesario crear un sistema de manejo de aguas servidas dentro de la comunidad, que permita a la población desechar de manera segura las aguas negras y no contamine las fuentes de abastecimiento presentes en el lugar.

- ✓ Concientizar a la población de la comunidad y poblados vecinos del cuidado del medio ambiente, no talar árboles para garantizar una correcta recarga del acuífero y aguas subterráneas y no tener problemas de escases del vital líquido en el futuro.
  
- ✓ Ejecutar labores de limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento cada seis meses, que incluyan chequeos de todos los accesorios de la sarta y bomba.
  
- ✓ Agregar tarjeteo para cuando se llegue a inspeccionar el pozo se tenga la información de este en cada visita así el técnico tendrá información en el sitio sobre el comportamiento del pozo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Alcaldía Municipal de Nueva Guinea.
2. 09001-99, N. (1999). Normas Tecnicas para el diseño de abastecimiento y potabilizacion de agua.
3. Normas CAPRE “comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de centroamérica, panama y república dominicana”.
4. . INAA. (1998). Normas Rurales de Abastecimiento de Agua Potable. En INAA. Managua, Nicaragua.
5. Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, P. y. (1998). Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos. Managua.
6. INIDE. (2005). Instituto Nacional de Información para el Desarrollo: <http://www.inide.gob.ni/>
7. INAA. (2001). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Managua (Nicaragua): INAA.
8. Saneamiento., C. c. (2000). Normas y criterios para la clasificación de los recursos hídricos. Managua.
9. SNIP. (1996). Metodología para proyectos de agua. Managua: SNIP.
10. Maldonado., M. I. (2004). “TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES” . Managua.

- 11.. López, M. (2009). Sistema de abastecimiento de agua potable.
12. Tirado, V. (2010). Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Managua, Nicaragua.
13. Mays, L. W. (2002). Manual de sistema de distribución de agua.
14. Estudio Hidrogeológico del Funcionamiento del Acuífero los Laureles. Nueva Guinea (2017).
15. Solórzano, J. S. (2017). Ejercicios prácticos en Epanet: Ejercicios básicos de mecánica de fluidos e hidráulica aplicados a través del software de distribución gratuita EPANET 2.0. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
16. .MTI. (2007). Reglamento Nacional de la Construcción.
17. Altamirano, I. B. (1998). Ingeniería Económica. Managua: Impresiones Alfonso Cortez.
18. Cassanova, L. (2010). Curso completo de Topografía.
19. FISE. (2012). Metodología para proyectos de agua.
20. FISE (2012). Guía de costos. Managua: FISE.
21. MTI. (2008). Manual para la revisión de costos y presupuestos. Managua.

# ANEXOS

## Anexo I. Estudio geofísico e Hidrogeológico

### 1.1 Información general

En este documento técnico se presentan los resultados de las investigaciones geofísicas e hidrogeológicas a detalle efectuadas en la comunidad Los Laureles para la búsqueda de mejores sitios de fuentes de agua subterránea (Ilustración 15). Las investigaciones geofísicas e hidrogeológicas a detalle se efectuaron en un entorno de 1.3 km<sup>2</sup> aproximadamente, delimitadas en sitio 1 y sitio 2; en donde se han proyectado lugares alternativos para perforación de un pozo con un caudal demandado de 50 galones por minuto (gpm); el cual suplirá la demanda actual y futura de agua de una población de diseño estimada para el 2041 de 1798 habitantes.

La comunidad Los Laureles se localiza en las planicies del municipio de Nueva Guinea, en la Costa Atlántica. El acceso a este poblado desde Managua es a través de carretera pavimentada y otra parte por camino macadán levemente afectado por quebradas que lo atraviesan de este a oeste.

Ilustración 13: Mapa de localización del área de estudio con las microcuencas



Fuente: Informe Hidrológico, Alcaldía Nueva Guinea

## 1.2 Metodología

En cumplimiento al propósito planteado se empleó la siguiente metodología:

- ❖ Recopilación bibliográfica de información existente.
- ❖ Análisis morfológico del área para identificar las estructuras o deposición de las unidades geológicas y la tectónica del área;
- ❖ Prospección geofísica a detalle mediante sondeos eléctricos verticales, para la identificación litoestratigráfica del subsuelo, la detección de contactos, fallas y fracturas en las zonas de interés.

## 1.3 Aspectos geofísicos del área

A nivel local, en la comunidad de Los Laureles y sus alrededores están presentes rocas volcánicas antiguas de edad Terciaria, compuestas principalmente de una secuencia de lavas, tobas e ignimbritas tobáceas compactas pertenecientes al grupo Coyol. Afloramientos de ignimbritas se observan en las cercanías del sitio 2, en una de las quebradas que drena hacia el Río El Zapote (Ilustración 16).

Ilustración 14: cercanías del sitio 2



Figura. 10 - Afloramiento de ignimbritas, en la foto se observa una fractura con rumbo casi E-O.

Fuente: Estudio Hidrológico

Estos depósitos de la formación del grupo Coyal ocupan toda el área de estudio. Las ignimbritas son rocas masivas poco permeables o de permeabilidad secundaria escasa. Sobre las ignimbritas se encuentran las lavas, que ocupan la mayor parte del área de estudio y afloran en la parte oeste y sureste. Estas rocas son de composición basalto andesíticas, muy meteorizadas y con poca permeabilidad.

De acuerdo con los mapas geológicos 1:50,000, 1:250,000 y la interpretación de los lineamientos geomorfológicos del sector, en el área predominan dos sistemas de fallas: NO-SE y con menor presencia estructuras N-S. De acuerdo con las comprobaciones de campo, los lineamientos coinciden con la presencia de zonas de fracturas y controlan muchos tramos del sistema de la red de drenaje.

## **1.4 Aspectos hidrogeológicos**

### **1.4.1 Características del medio hidrogeológico**

El medio hidrogeológico del subsuelo de la comunidad Los Laureles les corresponde a acuíferos que se encuentran en las zonas meteorizadas y las zonas fracturadas. El acuífero de la zona meteorizada es de poco espesor (de algunos metros) y mucha extensión, mientras que el de las zonas fracturadas presenta mayor espesor, pero menor extensión. Estos mantos son de baja potencia hidráulica con transmisividades de baja a media, con valores de 1 a 40 m<sup>2</sup>/día y permeabilidad entre 1 y 5 m/día. Estas características son de poco rendimiento para el aprovechamiento del agua subterránea debido al poco espesor y permeabilidad del medio saturado.

Se ha conocido que el acuífero fracturado en las microcuencas ocupa como medio de almacenamiento las zonas fracturadas y fallas de las rocas Terciarias de la formación Coyal. El espesor de estos acuíferos es muy variable y está controlado

por la profundidad de las zonas de fracturas que se proyectan hasta las profundidades desconocidas. En el área de estudio este acuífero presenta un alto grado de fracturamiento local y meteorización superficial.

#### **1.4.2 Condiciones hidrodinámicas del agua**

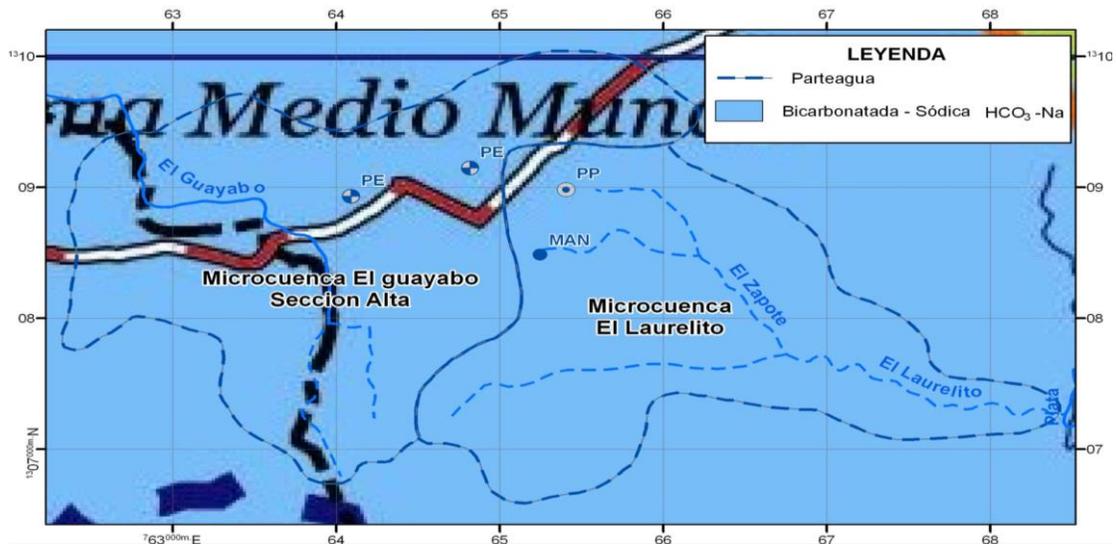
La dirección de flujo es preferencial hacia la zona de descarga en el río El Guayabo siguiendo el sistema fracturado y de fallamiento de noroeste-sureste, y en dirección al fracturamiento norte-sur en la zona del río El Zapote.

En el área el agua subterránea tiene un compartimiento natural y suave, y está en estrecha relación con el desnivel del terreno. Dentro de la comunidad se manifiesta un drenaje superficial y subterráneo perpendicular al parte agua que domina desde el centro del área.

#### **1.4.3 Calidad hidro química del agua**

La calidad hidro química del agua subterránea está basada en la interpretación de la información precedente en escala 1:250000 de los mapas hidrogeológicos elaborados por INETER, 1999. De acuerdo con el carácter hidro químico del agua subterránea en el área de Los Laureles, este se agrupa en un solo tipo físico-químico predominante, siendo de aguas Bicarbonatadas-Sódica, típicas de aguas evolucionadas iónicamente (Ilustración 17).

**Ilustración 15: Mapa de calidad de agua regional en la comunidad Los Laureles**

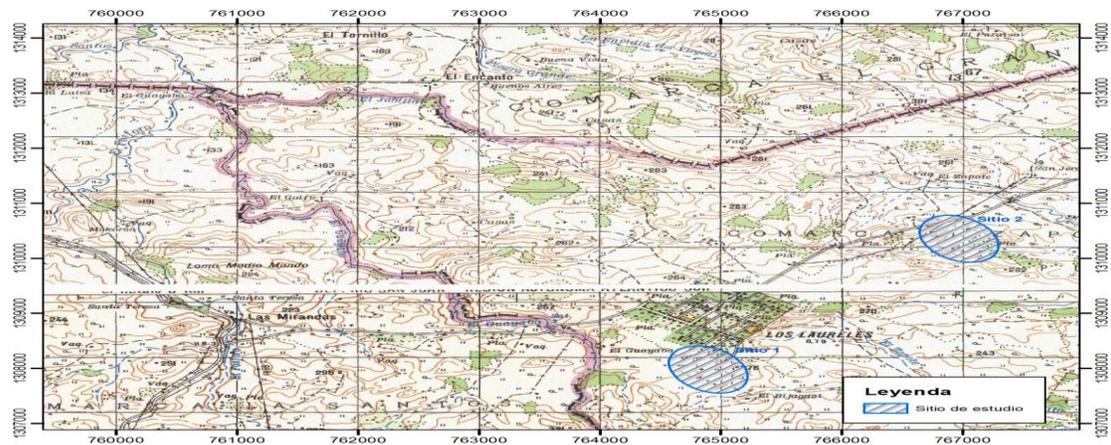


Fuente: Estudio Hidro Geológico

#### 1.4.4 Prospección geofísica

En la Ilustración 18, se presenta el mapa con la ubicación de 17 sondeos eléctricos verticales efectuados en el área de estudio. Los sondeos se realizaron a lo largo de 2 perfiles NO, de tal manera que permitieran comprobar la existencia de zonas de fallas o fracturas previamente identificadas geomorfológicamente. Los sondeos fueron planificados cada 100 metros entre uno y otro a lo largo de los perfiles y se proyectaron para obtener información de los primeros 70 – 100 m de profundidad.

Ilustración 16: Mapa con localización de los sitios donde se hizo el estudio geofísico



Fuente: Estudio Hidro Geológico

Los datos de campo fueron procesados e invertidos, de resistividad aparente a resistividades reales, con ayuda de programas de cómputo. Con los resultados de esta inversión (los valores de resistividades reales del terreno) se reconstruyeron dos secciones geo eléctricas a lo largo de los perfiles; los que se presentan en los gráficos de las ilustraciones 19 y 20 y la interpretación de los cuales se describe a continuación.

De acuerdo con la geología local en los dos sitios de estudio afloran depósitos volcánicos antiguos de edad Terciaria, compuestos por una secuencia de ignimbritas y lavas basálticas, de características impermeables. En forma generalizada, las secciones geo eléctricas encontradas en los dos sitios, se pueden interpretar en 3 capas de diferente composición, estructura y propiedades geológicas.

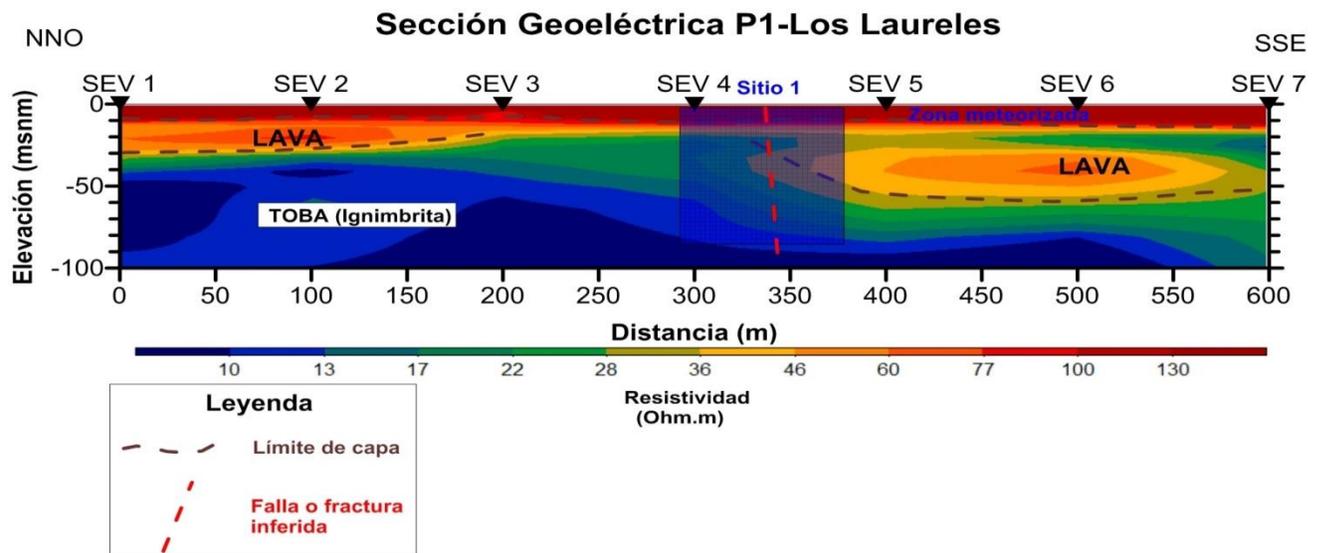
### **Sitio 1 – Hacienda Gracias a Dios.**

En este perfil se observan tres capas (Ilustración 19):

- ❖ CAPA 1 - Capa Superficial. Esta capa tiene valores de resistividades relativamente altas (mayores que 100 Ohm.m) y un espesor que alcanza los 10 metros aproximadamente.
- ❖ CAPA 2- Capa intermedia. Esta capa presenta resistividades relativamente altas (mayores que 70 Ohm.m), con espesores desde los 20 a 30 metros. Esta capa está compuesta de lavas fuertemente meteorizadas con escasa presencia de permeabilidad.
- ❖ CAPA 3- Capa base. Esta capa presenta resistividades bajas (menores que 15 Ohm.m) y representa la base del corte. Estas son ignimbritas fuertemente meteorizadas con poca permeabilidad.

Esta sección presenta desde el punto de vista estructural una ligera discontinuidad horizontal en su parte central, que se comporta en forma de un acercamiento de las ignimbritas a la superficie, o bien como una disminución de las resistividades de las lavas. Aquí la permeabilidad de las lavas o de las tobas posiblemente se incrementa.

Ilustración 17: Sección geo eléctrica interpretada y reconstruida con los resultados de la inversión efectuada a los sondeos geofísicos a lo largo del perfil 1 en Los Laureles.



Fuente: informe Hidro Geológico

## Sitio 2 – El Zapote

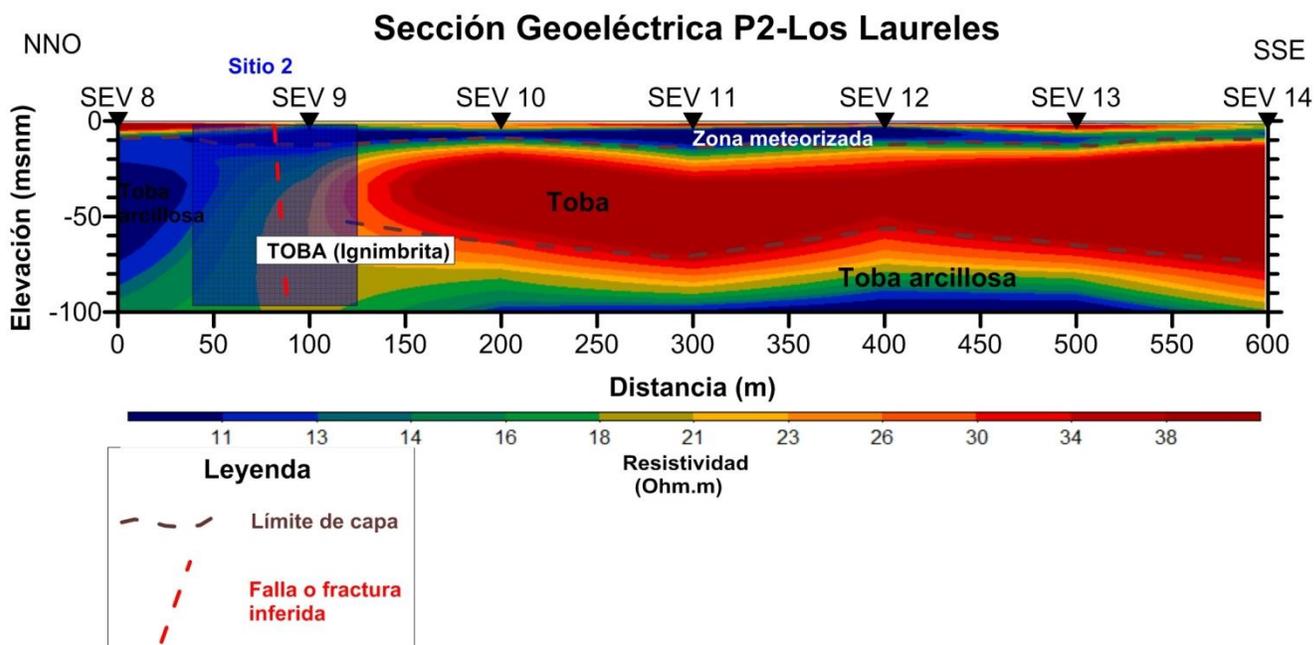
En este perfil se observan igualmente tres capas (Ilustración 20):

- ❖ CAPA 1 - Capa Superficial. Esta capa tiene valores predominantes de resistividades relativamente bajas (menores que 13 Ohm.m) y un espesor que en su parte máxima alcanza los 10 metros aproximadamente.
- ❖ CAPA 2- Capa intermedia. Esta capa presenta relativamente altas resistividades (mayores que 35 Ohm.m) con un espesor aproximado de 40 metros. Esta capa está compuesta de ignimbritas con escasa presencia de permeabilidad.

- ❖ CAPA 3- Capa base. Esta capa presenta resistividades bajas (menores que 15 Ohm.m) y representa la base del corte. Estas son ignimbritas meteorizadas con poca permeabilidad.

Esta sección presenta desde el punto de vista estructural una discontinuidad horizontal en su parte NNO (entre los sondeos SEV 8 y 9). Se interpreta como una zona de falla o de contacto. Aunque esta situación de la zona es difícil interpretarse, para definirse como una falla, se infiere posiblemente un lineamiento a través del cual se da un acercamiento de las ignimbritas a la superficie. Aquí la permeabilidad de los materiales geológicos posiblemente se incrementa, que se derivaría en una mejor área acuífera prospecta.

Ilustración 18: Sección geo eléctrica interpretada y reconstruida con los resultados de la inversión efectuada a los sondeos geofísicos a lo largo del perfil 2 en Los Laureles.



Fuente: Informe Hidro Geológico

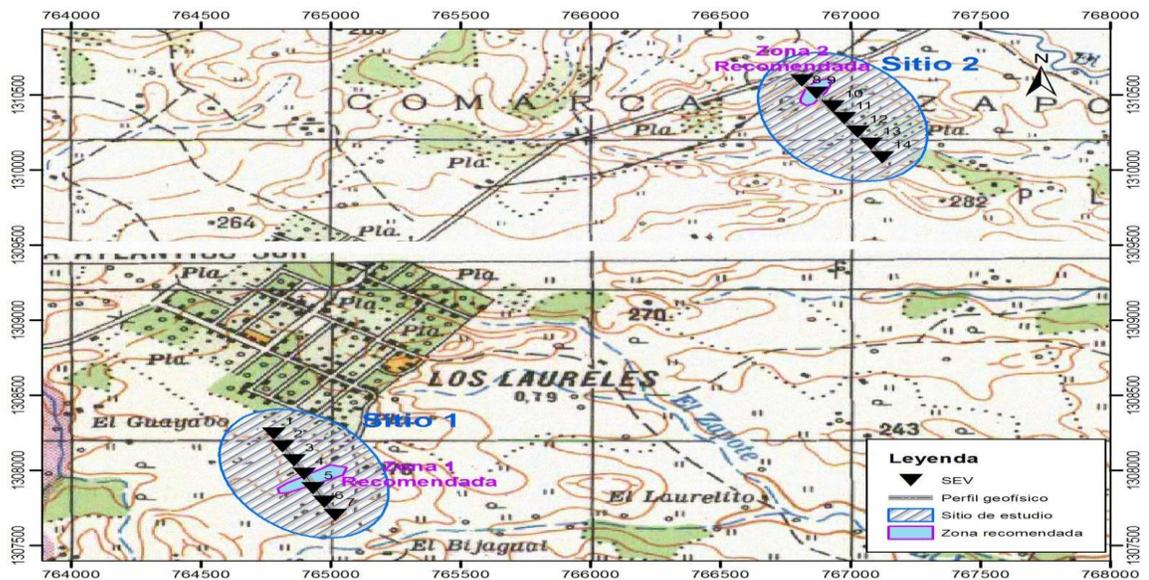
## 1.4.5 Conclusiones y Recomendaciones de los sitios propuestos para la perforación del pozo

### Conclusiones

En el mapa de la ilustración 21 se resumen los resultados de las investigaciones hidrogeológicas—geofísicas efectuadas. De acuerdo con este mapa se infieren dos sitios preferenciales en los cuales se recomienda la perforación de pozos:

- ❖ **SITIO 1.** Este punto se localiza en el sector central del Perfil del Sitio 1, entre los SEV 4 y 5, de acuerdo con los resultados geofísicos y la interpretación geomorfológica este sitio presenta perspectivas regulares;
- ❖ **SITIO 2.** Este punto se localiza en el sector noroeste del perfil del Sitio 2 en El Zapote, junto al sondeo 9. De acuerdo con la correlación con los datos morfoestructurales, este presenta mayores perspectivas que el punto anterior.

Ilustración 19: Mapa de ubicación de los sitios 1 y 2, preferenciales para perforación de pozos.



Fuente: Estudio Hidro Geológico

De acuerdo con los resultados obtenidos el sitio 1 y 2 son los más favorables desde el punto de vista de la permeabilidad secundaria. En consecuencia, con esto se puede seleccionar el sitio 1 o el 2 para lo que se presentan las coordenadas de los mismos en la siguiente tabla:

Tabla 28: Sitios propuestos para la perforación de pozos

Localización	Coordenadas UTM-WGS 84		Observaciones
	E	N	
<b>Sitio 1</b>	764903	1307941	Entre SEV 3 y 4
<b>Sitio 2</b>	766864	1310532	Contiguo a SEV 9

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Perforar preferentemente con el método rotativo, debido a la existencia de rocas duras en el subsuelo.
- ❖ Hacer un análisis físico químico general de agua y bacteriológico para determinar con precisión la calidad del agua.
- ❖ Se recomienda que el perforador o la empresa perforadora tenga experiencia en perforación donde hay ocurrencia de fallas o rocas meteorizadas o fracturadas.

## 2. Estudio Hidrológico

### 2.1 Geología

En la comunidad Los Laureles y sus alrededores están presentes rocas volcánicas antiguas de edad Terciaria, compuestas principalmente de una secuencia de lavas, tobas e ignimbritas tobáceas compactas pertenecientes al Grupo Coyal. La característica del Grupo Coyal con litología (**T<sub>pc</sub>** y **T<sub>mc</sub>**), son formaciones del período

Terciario del Plioceno, del Grupo Coyol Superior e Inferior compuesto de rocas como: lavas, ignimbritas, basaltos, andesitas y aglomerados. Estas rocas se encuentran falladas y fracturadas, algunas ya están cementadas, pero la mayoría de ellas son fallas jóvenes.

Estos depósitos de la Formación del Grupo Coyol ocupan toda el área de estudio. Las ignimbritas son rocas masivas poco permeables o de permeabilidad secundaria escasa. Sobre las ignimbritas se encuentran las lavas, que ocupan la mayor parte del área de estudio y afloran en la parte oeste y sureste. Estas rocas son de composición basalto andesíticas, muy meteorizadas y con poca permeabilidad.

De acuerdo con mapa hidrogeológicos 1:250,000 y la interpretación de los lineamientos geomorfológicos del sector, en el área predominan dos sistemas de fallas: NO-SE y con menor presencia estructuras N-S. Los lineamientos coinciden con la presencia de zonas de fracturas y controlan muchos tramos del sistema de la red de drenaje.

Se encuentra localizado en las denominadas Provincia de la Región Central de Nicaragua (sub-provincias Planicie de Nueva Guinea, siendo el relieve ondulado con pendientes entre 4 a 5%, alturas mínimas de 100 m y máximas de 200 m. Los suelos predominantes son los de texturas francas arcillosas de color pardo oscuro a rojizo oscuro.

## **2.2 Hidrología superficial y subterránea**

### **2.2.1 Hidrología**

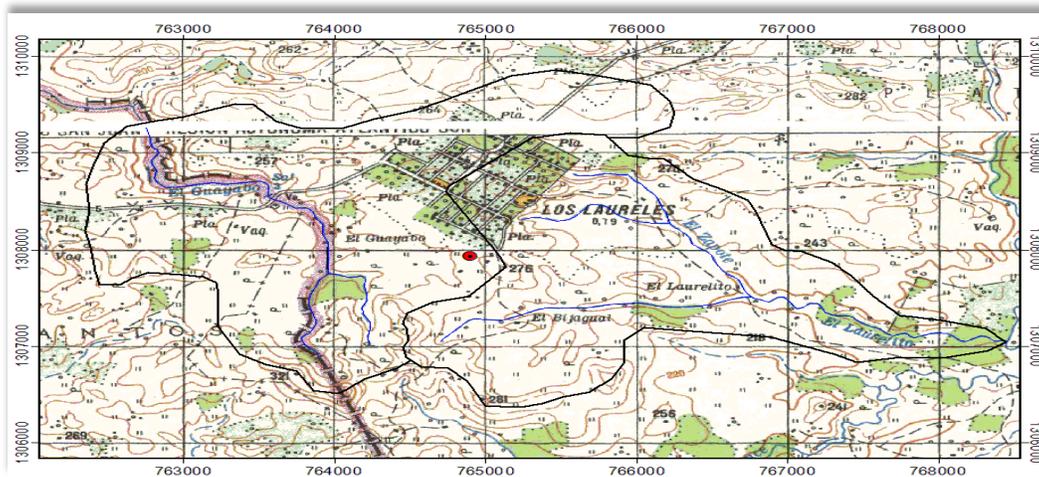
Las unidades hidrográficas de la comunidad Los Laureles la conforman los ríos El Laurelito y El Guayabo hasta su confluencia con el río Plata siendo este a su vez afluente del río Rama hasta su desembocadura en el río Escondido. Por lo tanto, según metodología de Otto Pfafsteter pertenece a la Cuenca Hidrográfica Región Autónoma del Atlántico Sur con código N° 95194 nivel cuatro.

Las características hidrológicas de la comunidad Los Laureles se halla en dos unidades hidrográficas:

La primera se constituye por una zona naciente del río de la microcuenca El Guayabo con un área, en la sección alta de 6.4 km<sup>2</sup>, relativamente pequeña, de altura máxima de 321msnm.

La segunda es la microcuenca El Laurelito que tiene una extensión de 5.34 km<sup>2</sup>, de menor tamaño, y una altura máxima de 315 msnm. De acuerdo a los parámetros morfométricos indican que ocurre una escorrentía natural moderada a baja en el área de la comunidad.

Ilustración 20: Micro cuencas comunidad los laureles



Fuente: Estudio Hidrológico

La comunidad Los Laureles está situada en dos direcciones de flujos superficiales, que los forman el río El Guayabo, moviéndose hacia el oeste y El Laurelito en dirección este, dividido por el parteaguas de norte-sur por el centro del poblado. Esto impone, que, desde el centro del área, las corrientes de las microcuencas se muevan con movimiento lento, dado la pendiente menor que el 5%, con un drenaje

regular en ambas microcuencas con condiciones hidrológicas pobres de escurrimiento. En la siguiente tabla se muestra los principales parámetros físicos.

Tabla 29: caracterización de las Micro cuencas

Resultado Caracterización Física Cuenca			
Micro cuenca			
Morfometría	El Guayabo	Los Laureles	Clasificación
Perímetro (km):	12.80	11.6	
Longitud del cauce principal (km):	3.77	3.9	Corto
Ancho cuenca (km):	1.70	1.37	
Área (km <sup>2</sup> ):	6.41	5.34	Muy pequeña
Altitud mínima:	160	188	
Altitud máxima:	321	315	
Coefficiente de forma (Ff)	0.45	0.35	Moderadamente achatada
Coefficiente de compacidad (Kc)	1.42	1.41	Redonda a oval redonda
Orden:	2	2	Bajo
Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> ):			
Pendiente del cauce principal (m/m):	0.04	0.03	Suave
Tc (hr) Kirpich	0.63	0.72	Rápido
Tc (hr) PHCA	0.62	0.71	Rápido

Fuente: INETER

## 2.2.2 Hidrogeología

Las características del medio hidrogeológico en el área de la comunidad Los Laureles, son del tipo de acuífero fracturados y de medio o poco espesor, se encuentran en las zonas meteorizadas y fracturadas de las rocas de la Formación Coyol Superior e Inferior, compuestas por rocas andesitas, dacitas, tobas y aglomerados (color marrón claro).

Las características hidrogeológicas son de rendimiento moderado para el aprovechamiento del agua subterránea debido al poco espesor y la poca permeabilidad del medio saturado. Sin embargo, podrían alcanzarse caudales de agua hasta de 100 galones por minuto sostenibles, en las zonas de presencia de fracturas o fallas determinadas con mediciones geofísicas.



medio o bajo, que no superaría los 100 galones por minuto estando en fracturas o fallas.

### 2.3 Sitios Propuesto para Pozo

De acuerdo con los resultados obtenidos se propone dos sitios probables desde el punto de vista de la permeabilidad secundaria, en consecuencia, con esto se puede seleccionar el sitio 1 o el 2 (Tabla 30).

Tabla 30: Sitios propuestos

Registro de sitios propuestos para la perforación de pozos de agua en la Comunidad Los Laureles		
Localización	Coordenadas UTM	
Sitio 1 Pozo	764903	1307941
Sitio 2 Pozo	766864	1310532

En este sentido, se propone para este proyecto construir un pozo en sitio 1 el cual es el más factible para el aprovechamiento de agua, en las coordenadas UTM (764903 - 1307941). En la ilustración 24 se muestra el sitio del pozo propuesto en la Comunidad Los Laureles.

Ilustración 22: Sitio de pozo propuesto



Fuente: Estudio Hidrológico

## 2.4 Hidrogeoquímica

La calidad físico-química del agua subterránea se basa en la interpretación de la información precedente en mapa hidro geoquímico en escala 1:250, 000 elaborados por el INETER. De acuerdo con el carácter hidro químico del agua subterránea en el área de la Comunidad Los Laureles, este se agrupa en un solo tipo Físico-Químico predominante, siendo de aguas Bicarbonatadas-Sódica ( $\text{HCO}_3 - \text{Na}$ ), típicas de aguas evolucionadas iónicamente

Las características hidro químicas de este tipo de agua se corresponden con zonas de descarga regional de los acuíferos fracturados, estas aguas son aptas para el consumo humano podrían ser ligeramente acidas producidas por el ion sodio. Sin embargo, se recomienda realizar una prueba en laboratorio para verificar la calidad de agua y asegurarse que es apta para consumo humano.

Ilustración 23: Mapa Hidrogeoquímico

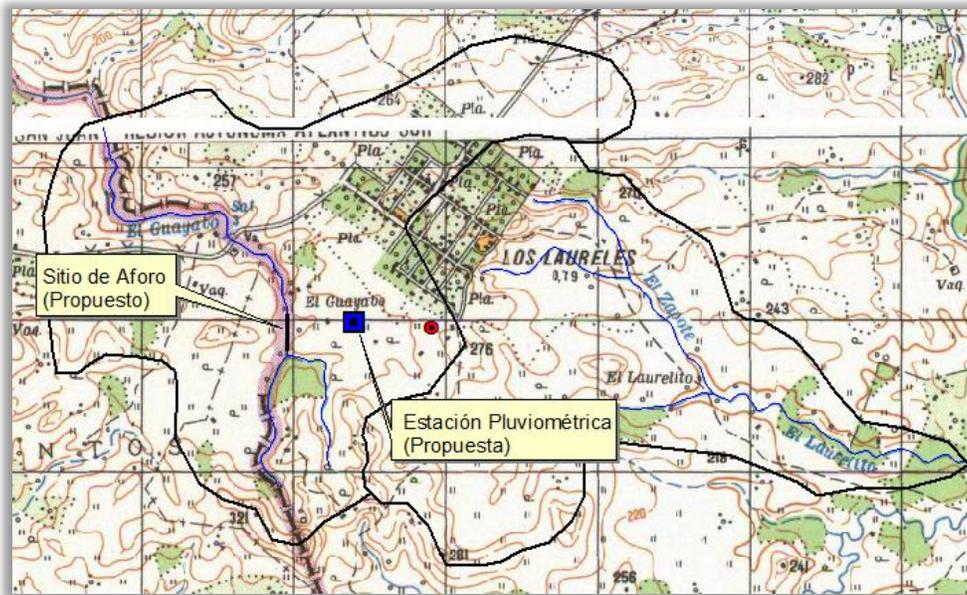


Fuente: Estudio Hidrológico

## 2.5 Red de monitoreo Hidrogeológico

Se propone instalar un Pluviómetro manual (UTM 764390 E – 1307976 N) el cual consiste en un recipiente cilíndrico, por lo general de plástico con una escala graduada, de tal manera que la altura del agua en el recipiente, medida en milímetro (mm) indica la precipitación. Es un indicador de la lluvia caída, el cual contribuiría en generar datos de gran importancia para futuros estudios hidrogeológicos en la zona.

Ilustración 24: Localización de Red de monitoreo hidrológica



Fuente: Estudio Hidrológico

### 2.5.1 Propuesta de Diseño de Red de Monitoreo de Calidad de Agua

Se recomienda sitios de muestreo tanto de agua superficial como de agua subterránea, de acuerdo a un protocolo o normas establecidas para determinar el muestreo representativo en la sección transversal superficial o el más representativo para realizar control del comportamiento de calidad en el tiempo.

Anexo II: Tablas

Tabla 31: Valores medios de accesorios

<b>ACCESORIO</b>	<b>K</b>
<b>Codo de 90°, de radio corto</b>	0.90
<b>Codos de 45°</b>	0.40
<b>Tee (en el ramal principal)</b>	0.30
<b>Válvula de Globo 100% abierta</b>	10
<b>Válvula de compuerta 100% abierta</b>	0.20
<b>Válvula de compuerta 50% abierta</b>	5.60
<b>Válvula de compuerta 25% abierta</b>	24
<b>Entrada recta</b>	0.50
<b>Salida recta</b>	1
<b>Tee (en el ramal de salida)</b>	1.8
<b>Ampliación gradual</b>	0.3
<b>Controlador de caudal</b>	2.5
<b>Curva de 22°30´</b>	0.1
<b>Entrada de bomba</b>	1
<b>Entrada normal en Tubo</b>	0.5
<b>Reducción Gradual</b>	0.2
<b>Rejilla</b>	0.8
<b>Salida de tubo</b>	1
<b>Tee de pase directo</b>	0.6
<b>Tee salida bilateral</b>	1.8
<b>Tee salida lateral</b>	1.3
<b>Val. Angulo abierta</b>	5
<b>Val. De retención</b>	2.5
<b>Válvula de pie</b>	1.8

Fuente: Normas de diseño de sistema de agua potable para zonas rurales, (s.f).

Tabla 32. Poligonal del pozo propuesto

DERROTERO DE PREDIO DE POZO					
LADO	DISTANCIA (M)	RUMBOS	PI	X	Y
PI#1-PI#2	20.00	S50°12'41" W	PI#1	98156.71	97746.26
PI#2-PI#3	20.00	S39°47'19" E	PI#2	98141.34	97733.46
PI#3-PI#4	20.00	N50°12'41" E	PI#3	98154.14	97718.09
PI#4-PI#1	20.00	N39°47'19" W	PI#4	98169.50	97730.89

Fuente: Alcaldía Municipal de Nueva Guinea (2017)

Tabla 33. Poligonal de tanque

DERROTERO DE PREDIO DE TANQUE					
LADO	DISTANCIA (M)	RUMBOS	PI	X	Y
PI#1-PI#2	15.11	S13°13'13" W	PI#1	98861.37	99804.62
PI#2-PI#3	15.17	S72°33'05" E	PI#2	98857.9	99789.91
PI#3-PI#4	14.41	N12°06'39" E	PI#3	98872.39	99785.36
PI#4-PI#1	14.97	N69°43'37" W	PI#4	98875.41	99799.45

Fuente: Alcaldía Municipal de Nueva Guinea (2017)

Tabla 34: Cuadro de derroteros

CUADRO DE DERROTEROS			
INICIA	TERMINA	DISTANCIA (M)	RUMBOS
1	2	7.76	N 86°31'46" E
2	3	19.09	N85° 51' 25"E
3	4	22.12	N89° 11' 11" E
4	5	4.31	N85° 08' 29" E
5	6	6.70	S89° 58' 58" E
6	7	8.49	S85° 11' 03" E
7	8	15.26	S86° 07' 02" E

<b>CUADRO DE DERROTOS</b>			
<b>INICIA</b>	<b>TERMINA</b>	<b>DISTANCIA (M)</b>	<b>RUMBOS</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8.90</b>	<b>N75° 18' 28" E</b>
<b>9</b>	<b>10</b>	<b>7.60</b>	<b>N82° 16' 15" E</b>
<b>10</b>	<b>11</b>	<b>7.84</b>	<b>N82° 41' 31" E</b>
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>7.56</b>	<b>N81° 05' 58" E</b>
<b>12</b>	<b>13</b>	<b>5.37</b>	<b>N86° 02' 07" E</b>
<b>13</b>	<b>14</b>	<b>5.11</b>	<b>N83° 13' 52" E</b>
<b>14</b>	<b>15</b>	<b>12.85</b>	<b>N80° 14' 58" E</b>
<b>15</b>	<b>16</b>	<b>14.56</b>	<b>N73° 19' 01" E</b>
<b>16</b>	<b>17</b>	<b>4.91</b>	<b>N73° 15' 14" E</b>
<b>17</b>	<b>17C</b>	<b>11.57</b>	<b>N87° 06' 08" E</b>
<b>17C</b>	<b>18</b>	<b>16.69</b>	<b>N48° 01' 05" E</b>
<b>18</b>	<b>19</b>	<b>48.18</b>	<b>N43° 19' 35" E</b>
<b>19</b>	<b>20</b>	<b>47.36</b>	<b>N42° 02' 39" E</b>
<b>20</b>	<b>21</b>	<b>45.70</b>	<b>N43° 44' 24" E</b>
<b>21</b>	<b>22</b>	<b>47.60</b>	<b>N43° 37' 09" E</b>
<b>22</b>	<b>23</b>	<b>43.00</b>	<b>N42° 21' 52" E</b>
<b>23</b>	<b>24</b>	<b>39.04</b>	<b>N41° 54' 22" E</b>
<b>24</b>	<b>25</b>	<b>46.74</b>	<b>N42° 03' 25" E</b>
<b>25</b>	<b>26</b>	<b>47.65</b>	<b>N43° 15' 31" E</b>
<b>26</b>	<b>27</b>	<b>20.47</b>	<b>N44° 17' 44" E</b>
<b>27</b>	<b>28</b>	<b>77.84</b>	<b>N42° 23' 20" E</b>
<b>28</b>	<b>29</b>	<b>50.73</b>	<b>N40° 39' 02" E</b>

Fuente: Alcaldía Municipal de Nueva Guinea (2017)

Tabla 35: Cuadro de Banco de Nivel

BM	COORDENADAS		ELEVACION
	X	Y	
<b>BM-1</b>	100000.000	100000.000	1,000.000
<b>BM-2</b>	99668.327	100098.643	1,002.981
<b>BM-3</b>	99500.347	100146.440	1,009.287
<b>BM-4</b>	99322.491	100186.346	1,006.675
<b>BM-5</b>	99218.767	100223.198	1,007.015
<b>BM-6</b>	99020.291	100266.947	1,003.479
<b>BM-7</b>	98998.844	100165.563	996.061
<b>BM-8</b>	98976.964	100110.168	991.902
<b>BM-9</b>	98961.613	100056.635	999.629
<b>BM-10</b>	98941.280	99962.376	993.363
<b>BM-11</b>	99063.792	99940.102	1,012.785
<b>BM-12</b>	99138.027	99909.455	998.531
<b>BM-13</b>	99082.901	99725.687	990.737
<b>BM-14</b>	99056.505	99610.579	982.996
<b>BM-15</b>	99128.011	99597.338	987.609
<b>BM-16</b>	99241.326	99553.318	993.498
<b>BM-17</b>	99439.897	99509.774	994.566
<b>BM-18</b>	99593.079	99456.597	990.945
<b>BM-19</b>	99637.059	99608.859	994.316
<b>BM-20</b>	99654.545	99691.176	998.770
<b>BM-21</b>	99706.841	99867.010	996.996
<b>BM-22</b>	99762.205	99901.710	994.818
<b>BM-23</b>	99956.329	99848.965	992.763
<b>BM-24</b>	100015.079	99993.262	999.078

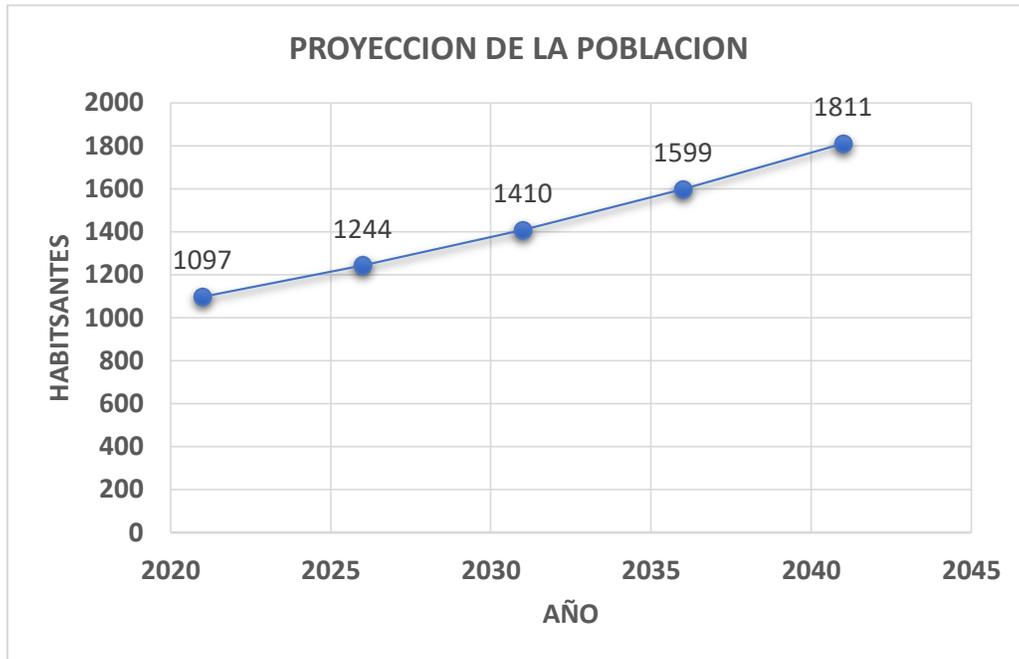
Fuente: Alcaldía Municipal de Nueva Guinea (2017)

Tabla 36 Cuadro de Líneas

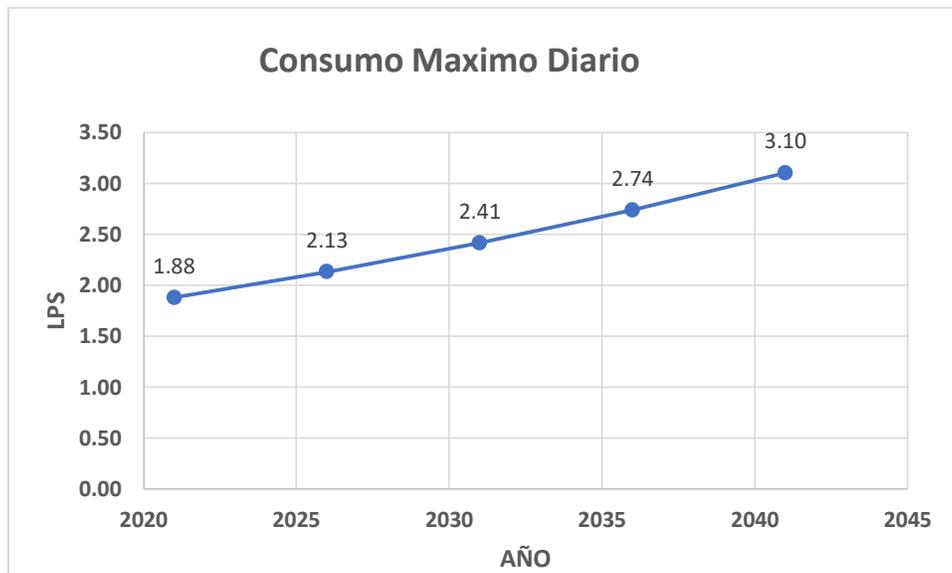
ID	TIPO	LONGITUD (M)
1	AVENIDA	773.810
2	AVENIDA	870.950
3	AVENIDA	868.530
4	AVENIDA	872.130
5	AVENIDA	869.900
6	AVENIDA	3,072.330
7	AVENIDA	628.460
8	AVENIDA	630.480
1	CALLE	490.150
2	CALLE	605.470
3	CALLE	1,355.140
4	CALLE	405.880
5	CALLE	777.930
6	CALLE	870.120
7	CALLE	321.200
8	CALLE	332.960
9	CALLE	912.460
10	CALLE	153.510
TOTAL		<b>14,811.410</b>

Fuente: Alcaldía Municipal de Nueva Guinea (2017)

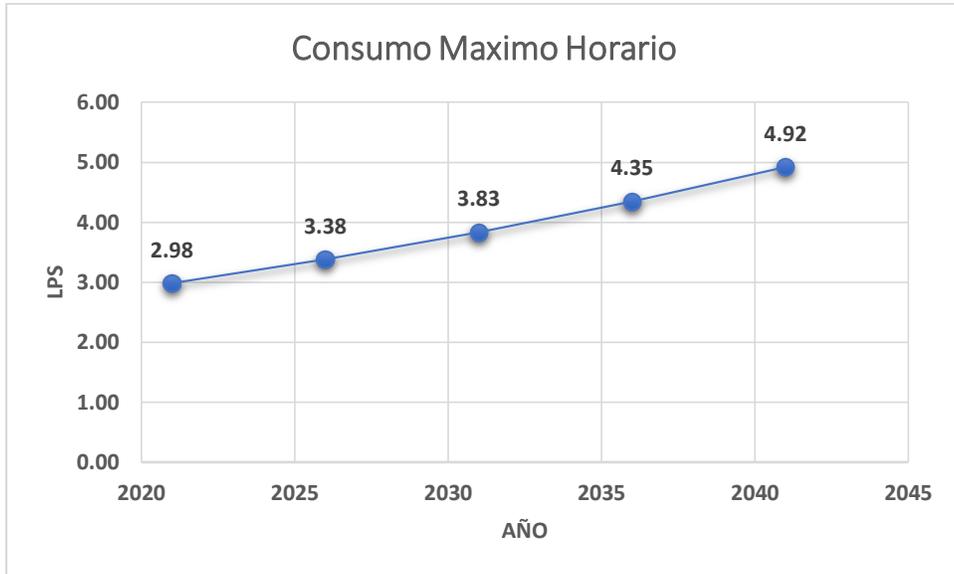
### Anexo III. Graficas



Fuente: Elaboración propia (2021)



Fuente: Elaboración propia (2021)

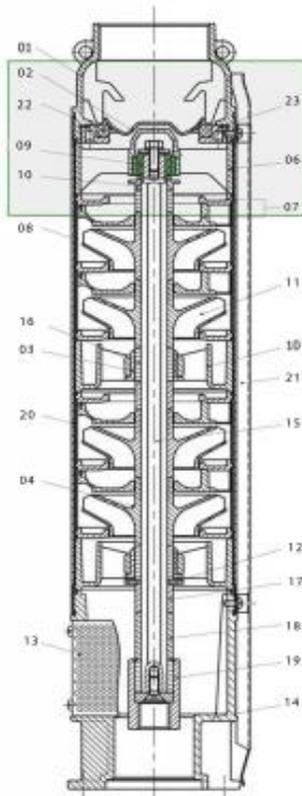


Fuente: Elaboración propia (2021)

## IV. I Especificaciones Técnicas

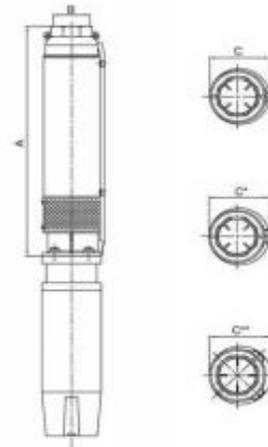


# SERIE AT-50



### MATERIALES

No.	PARTE	MATERIAL
01	Descarga	AISI 304
02	Valvula de retención	AISI 304
03	Cojinete	POMP+PTFE
04	Cojinete	Bronce
05	Araña de cojinete superior	AISI 304 + Silicon de carburo
06	Araña de cojinete	Noryl
07	Difusor	Cristal de policarbonato
08	Carcasa difusora	AISI 304
09	Bushing	Silicon de carburo
10	Cuna de cojinete	AISI 304
11	Impulsor	Noryl
12	Roldana o Espaciador	Fibra de carbón + PTFE
13	Filtro	AISI 304
14	Interconector de succión	AISI 304
15	Eje de bomba	AISI 304
16	Bushing de eje	AISI 304
17	Bushing de eje	Noryl
18	Bushing de eje	Noryl
19	Acople	AISI 304
20	Carcasa de la bomba	AISI 304
21	Protector de cable	AISI 304
22	Basé de válvula	AISI 304+NBR
23	Junta tórica	NBR



### DIMENSIONES Y PESO

Modelo	Motor			Dimensiones (mm)					Peso (kg)	
	Potencia KW	HP	Tipo	A	B	C	C*	C**		
AT-50-2	1.5	2	4"	425	NPT3' RP3'	138			8.2	
AT 50-3	2.2	3	4"	463		138			8.9	
AT 50-5	3.7	5	4"	539		138			10.3	
AT-50-8	5.5	7.5	4"	653		138			12.5	
AT 50-10	7.5	10	4"	729		138			13.8	
AT 50-8	5.5	7.5	4"	667				141	144	13.2
AT 50-10	7.5	10	4"	743				141	144	14.6
AT 50-12	9.3	12.5	4"	819				141	144	15.9
AT 50-15	11	15	4"	933				141	144	17.8

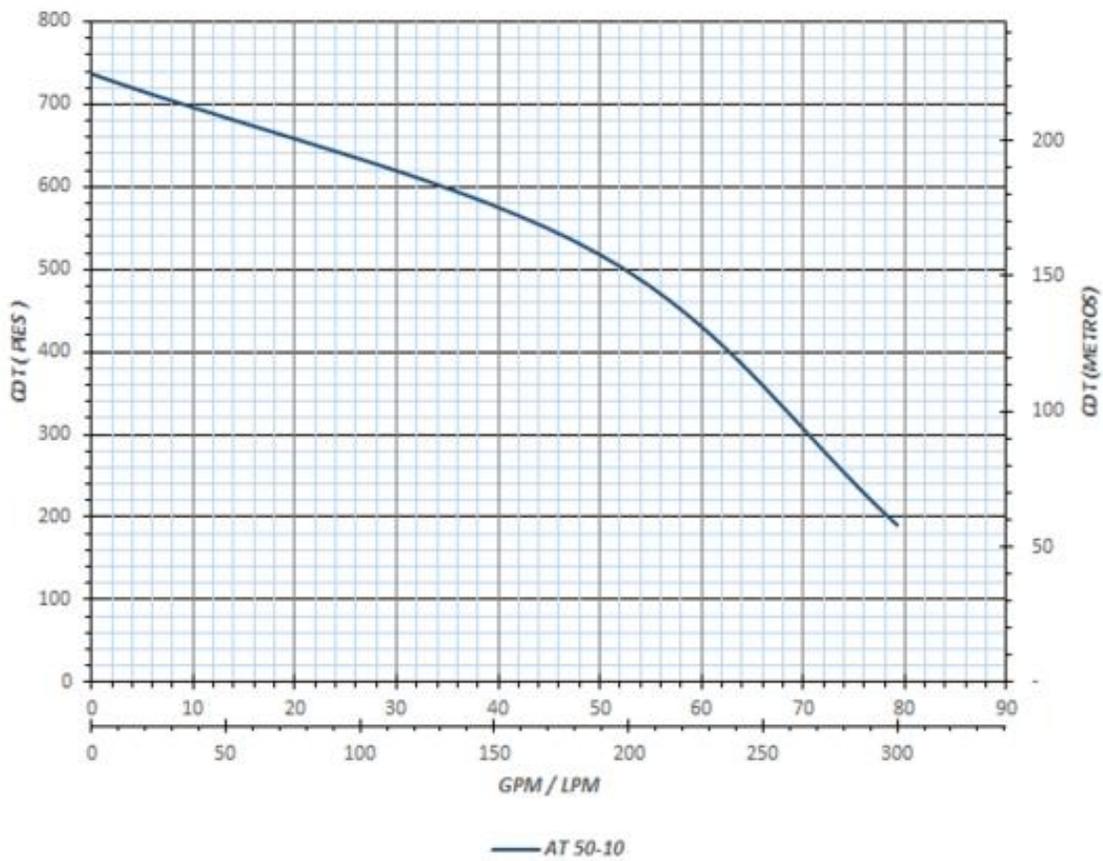
### RENDIMIENTO

MODELO	KW	HP	LPM GPM	RENDIMIENTO															
				DISEÑO A 3456 RPM															
				0	75	151	227	303	379	455	531	607	683	759	835	911	987	1063	
AT 50-02	1.5	2		144	128	120	112	101	84	69	36	44	39	37	34	31	26	18	11
AT 50-03	2.2	3		217	194	181	170	153	128	91	59	66	59	55	52	47	39	28	18
AT 50-05	3.7	5		361	318	296	274	246	200	145	92	110	97	90	84	75	61	44	28
AT 50-08	5.5	7.5		575	510	475	442	396	325	225	138	175	155	145	135	121	99	69	42
AT 50-10	7.5	10		737	660	620	570	518	430	300	190	225	201	189	174	158	131	91	58
AT 50-12	9.3	12.5		885	795	750	700	636	530	380	240	270	242	229	213	194	162	118	75
AT 50-15	11	15		1103	990	930	862	784	650	480	312	336	302	283	263	230	198	148	95

## IV. II Curva Característica



SERIE  
**AT 50-10**



[www.aftpumps.com](http://www.aftpumps.com)

Anexo V. Encuesta Socio económica EI NUEVO FISE

**I. Características demográficas**

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

2. ¿Cuánto niños viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?

Cantidad	Edad (separe edad por medio de comas)

1. ¿Cuántas mujeres viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?

Cantidad	Edad (separe edad por medio de comas)

2. ¿Cuántos hombres viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?

Cantidad	Edad (separe edad por medio de comas)

**II. Situación y demanda del servicio de agua potable.**

3. ¿Cuenta con servicio de agua potable en su vivienda?

a. Si \_\_\_\_\_

b. No \_\_\_\_\_

4. ¿De dónde obtienen el agua que consumen en su hogar?

- a. Rio \_\_\_\_\_
- b. Pozo \_\_\_\_\_
- c. Quebrada \_\_\_\_\_
- d. Toma domiciliar \_\_\_\_\_
- e. Puesto publico \_\_\_\_\_
- f. De lluvia \_\_\_\_\_
- g. Otra fuente \_\_\_\_\_

**5. ¿En caso de acarrear agua a su hogar qué distancia recorre en metros desde la fuente?**

- a. 0-50 \_\_\_\_\_
- b. 50-100 \_\_\_\_\_
- c. 100-200 \_\_\_\_\_
- d. 200-300 \_\_\_\_\_
- e. 300-400 \_\_\_\_\_
- f. 400-500 \_\_\_\_\_
- g. 500- a mas \_\_\_\_\_

**6. ¿Cuántos viajes realizan al día para llevar el agua a su hogar?**

- a. 0 \_\_\_\_\_
- b. 1 \_\_\_\_\_
- c. 2 \_\_\_\_\_
- d. 3 \_\_\_\_\_
- e. 4 a mas \_\_\_\_\_

**7. ¿Cuánto tiempo le toma acarrear el agua en horas?**

- a. 0 \_\_\_\_\_
- b. 1 \_\_\_\_\_
- c. 2 \_\_\_\_\_
- d. 3 a mas \_\_\_\_\_

II

**8. ¿Quién busca y acarrea el agua en su hogar?**

- f. Mujeres \_\_\_\_\_
- g. Hombres \_\_\_\_\_
- h. Niños \_\_\_\_\_
- i. Todos \_\_\_\_\_

**II. Características socio- económicas.**

**9. ¿Ingresos promedio mensuales en su hogar, en córdobas?**

- a. 0-3,000 \_\_\_\_\_
- b. 3,001-5,000 \_\_\_\_\_
- c. 5,001-8,000 \_\_\_\_\_
- d. 8,001-10,000 \_\_\_\_\_
- e. 10,001-15,000 \_\_\_\_\_
- f. Mas \_\_\_\_\_

**10. ¿Los jefes de familia de su hogar cuentan con un trabajo permanente?**

- a. Si \_\_\_\_\_
- b. No \_\_\_\_\_

**11. ¿Nivel de escolaridad de las personas que habitan en su hogar (número de respuestas acorde al número de habitantes de la vivienda)?**

	Niños	Hombres	Mujeres	Adultos mayores
Primaria				

<b>Secundaria</b>				
<b>Universitarios</b>				
<b>Técnicos</b>				
<b>Alfabetizados</b>				
<b>Ninguno</b>				

FUENTE: FISE

Anexo VI. Encuesta INIDE

PRINCIPALES INDICADORES DE POBLACIÓN AL MENOR NIVEL DE DESAGREGACIÓN  
GEOGRÁFICA

Municipio, Barrio, Comarca y Comunidad	Hombre		Mujer		Principales Indicadores de Población							
	Ambos Sexos	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	RDE	RNM	Partos del Último Hijo no Atendidos en Establecimientos de Salud	% Analf. Hombre	% Analf. Mujer	% Analf. Hombre 14-29 Años	% Analf. Mujer 14-29 Años
<b>NUEVA GUINEA</b>	<b>66 936</b>	<b>14 893</b>	<b>18 778</b>	<b>14 210</b>	<b>19 055</b>	<b>87.8</b>	<b>56.2</b>	<b>7 761</b>	<b>34.7</b>	<b>32.9</b>	<b>27.6</b>	<b>21.0</b>
<b>Barrio</b>	<b>15 294</b>	<b>3 016</b>	<b>4 258</b>	<b>2 884</b>	<b>5 136</b>	<b>71.7</b>	<b>40.4</b>	<b>931</b>	<b>15.4</b>	<b>18.8</b>	<b>10.1</b>	<b>8.8</b>
Zona 1	1764	358	509	282	615	67.2	37.0	138	12.1	15.0	7.8	10.8
Zona 2	1760	301	497	334	628	65.3	36.5	95	8.6	14.0	5.4	6.7
Zona 3	2003	375	577	386	665	70.2	38.2	139	19.1	21.9	12.7	9.9
Zona 4	1532	274	463	243	552	59.1	34.1	57	6.8	11.0	2.4	4.2
Zona 5	2695	511	742	511	931	71.5	37.0	129	13.4	20.0	7.9	7.9
Zona 6	1230	239	323	249	419	73.7	40.5	86	17.3	16.9	14.5	6.6
Zona 7	2416	543	634	512	727	85.4	50.4	174	26.0	29.1	18.9	15.6
Zona 8	1254	264	351	252	387	79.4	49.3	84	20.2	22.2	12.1	8.4
Linda Vista	640	151	162	115	212	74.4	46.9	29	11.3	9.0	6.6	3.7
<b>Comarca</b>	<b>51 642</b>	<b>11 877</b>	<b>14 520</b>	<b>11 326</b>	<b>13 919</b>	<b>93.2</b>	<b>57.2</b>	<b>6 830</b>	<b>40.1</b>	<b>37.8</b>	<b>32.5</b>	<b>25.5</b>
<b>Colonia Talolinga</b>	<b>10 104</b>	<b>2 284</b>	<b>2 810</b>	<b>2 190</b>	<b>2 820</b>	<b>91.5</b>	<b>53.3</b>	<b>1 418</b>	<b>37.9</b>	<b>35.6</b>	<b>30.8</b>	<b>22.7</b>
Los Indios	134	25	39	30	40	91.4	67.7	18	41.7	36.7	33.3	21.7
El Tigre	253	53	72	62	66	91.7	78.3	38	69.8	83.1	69.8	80.0
Los Chorros	225	51	54	57	63	99.1	64.3	31	51.5	62.2	53.3	42.9
Las Minas	116	23	30	28	35	90.2	46.9	15	32.4	39.5	26.3	33.3
San Jerónimo	272	72	72	69	59	119.4	73.1	38	38.0	36.0	36.6	28.1
San José	487	113	135	110	129	99.6	52.8	71	32.0	26.3	26.9	17.4
El Gorrión	223	50	67	41	65	85.8	38.5	35	32.2	26.9	18.4	3.0
Flor de Pino	111	30	36	16	29	88.1	53.8	14	27.7	34.3	5.3	26.3
El Zapote	350	79	113	68	90	80.4	47.5	43	31.3	35.6	16.2	26.8
Buena Vista No 1	41	8	11	10	12	86.4	72.7	5	30.8	14.3	33.3	18.2
Buena Vista No 2	379	98	102	71	108	90.5	46.3	55	38.8	30.7	35.2	25.4
El Socorro	108	32	29	18	29	96.4	84.6	17	45.5	48.5	38.9	27.3
El Maquengue	289	56	95	55	83	68.0	41.1	26	36.0	39.6	28.1	27.3
Kurlinwas	523	116	145	107	155	89.5	46.1	75	36.4	29.0	25.3	13.3
Paraiso	183	38	45	52	48	105.6	59.5	27	51.8	40.3	44.0	24.3
La Tigra No 2	67	14	12	24	17	139.3	87.5	13	53.8	40.7	60.0	22.2
Palmistán	212	46	68	42	56	81.2	68.1	30	55.3	68.8	65.1	63.3
Cedro Macho	233	54	64	52	63	95.8	36.4	39	36.6	54.1	32.6	36.4
Piedra Fina	590	144	165	126	155	90.9	60.4	84	54.1	58.8	44.6	46.2
El Lajerto	382	107	102	84	89	112.2	67.5	64	44.5	42.7	29.2	22.2
El Cacao	191	48	50	48	45	109.9	76.9	27	34.3	37.3	14.8	23.1
Nuevos Encuentros No 2	178	37	45	47	49	104.6	75.0	27	34.5	30.2	37.9	24.1
Los Olivos	129	36	35	23	35	95.5	53.3	19	43.5	29.8	23.5	11.1
El Areño	65	9	14	24	18	124.1	93.3	13	62.5	66.7	50.0	50.0
Talolinga	1 166	242	296	253	375	86.6	42.7	180	32.6	30.5	25.3	15.9
San Martín	389	85	89	99	116	97.5	54.6	59	22.3	21.8	13.5	10.1
El Danto	252	57	72	55	68	93.8	60.7	40	40.4	33.7	22.2	23.8
Jacinto Baca	847	199	252	168	228	91.6	55.7	104	45.5	38.2	42.4	21.7
Los Laureles	1 200	263	343	245	349	84.3	46.0	152	29.3	21.6	23.0	9.5
El Guayabo	84	17	28	16	23	82.6	47.4	8	48.5	43.3	61.5	16.7
San Pablo	369	64	115	82	108	77.4	38.7	47	21.0	20.6	6.8	6.6
La Tana	56	18	15	8	15	154.5	60.0	4	31.8	27.8	22.2	0.0
<b>Colonia Naciones Unidas</b>	<b>14 841</b>	<b>3 530</b>	<b>4 078</b>	<b>3 371</b>	<b>3 862</b>	<b>98.2</b>	<b>63.5</b>	<b>2 050</b>	<b>45.6</b>	<b>42.7</b>	<b>38.4</b>	<b>32.4</b>
Aguas Calientes	236	53	66	60	57	98.3	75.6	38	55.3	59.2	61.1	54.5
Las Milpas	599	159	155	137	148	105.1	72.2	110	54.5	46.7	54.9	40.0
Driangen	310	51	93	73	93	74.2	53.6	57	66.7	43.7	56.0	32.3
Santa Fe	293	68	101	45	79	73.4	53.7	52	52.0	48.4	45.8	44.2
La Conga	409	115	106	90	98	109.7	60.0	70	50.0	51.1	46.4	43.9
Los Peñones	193	49	48	50	46	127.1	59.5	34	40.6	49.2	19.2	42.9
Los Limones	121	28	40	26	27	92.1	58.3	15	33.9	28.6	25.9	21.1
Nuevo Horizonte	824	191	238	172	223	88.6	56.3	122	50.3	49.0	40.1	34.6
Cristo Rey	236	46	71	59	60	90.3	71.7	27	45.5	30.0	28.6	26.5
Sinai	198	59	49	40	50	106.3	58.1	25	29.9	31.1	20.7	26.7
Los Pérez	299	61	87	79	72	102.0	78.0	40	60.8	46.4	59.1	31.9
Naciones Unidas	1 778	369	494	370	545	80.7	46.6	151	39.7	35.2	31.1	21.6
Nuevo Leon	728	183	200	143	202	90.1	53.4	89	27.6	29.7	20.9	11.3
Costarriquita	37	5	12	8	12	60.9	75.0	5	50.0	40.0	50.0	33.3
Santa Rosa del Este	624	156	166	153	149	111.5	72.5	87	39.3	32.5	26.3	22.9
La Bijagua	228	43	60	68	57	105.4	67.3	39	58.4	72.6	58.8	55.6
Flor de Caña	228	58	58	56	56	117.1	77.1	36	42.9	38.2	42.9	28.6
Kukra River	264	72	63	67	62	123.7	94.0	46	64.0	59.5	56.8	44.7
Nueva Rubén Darío	143	35	38	37	33	116.7	107.7	27	69.8	68.2	61.1	76.5
Las Antillas	128	30	27	36	35	128.6	73.3	24	65.6	59.2	50.0	60.0
Masaylla	124	30	33	33	28	103.3	116.7	20	66.7	79.4	78.3	90.5

Anexo VII. Presupuesto Detallado

**DETALLE DE PRESUPUESTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA COMUNIDAD LOS LAURELES**

**TAKE OFF**

DEPARTAMENTO: RAAS

MUNICIPIO: NUEVA GUINEA

SUB ETAPA	CODIGO	DESCRIPCION	ALCANCE DE OBRA		PRECIO DE VENTA	TOTAL
			U. M	CANTIDAD		
<b>310</b>		<b>PRELIMINARES</b>	<b>ML</b>	<b>14678.41</b>		<b>C\$1,100,880.75</b>
	<b>31002</b>	<b>TRAZOS Y NIVELACION</b>				
	96470	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS DE AGUA POT.(INCL. ESTACAS DE MADERA+MANO DE OBRA+EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	ML	14678.41	C\$75.00	C\$1,100,880.75
<b>320</b>		<b>LINEA DE CONDUCCION.</b>	<b>ML</b>	<b>3240</b>		<b>C\$960,720.31</b>
	<b>32001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>				
	95161	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN T. ARCILLOSO	M3	1944	C\$63.40	C\$123,249.60
	<b>32004</b>	<b>RELLENOS Y COMPACTACION MANUAL</b>				
	92226	Relleno y compactacion manual	M3	1944	C\$53.20	C\$103,420.80
	<b>32006</b>	<b>Prueba hidrostática</b>				
		Prueba hidrostática(con bomba manual) en tubería diam.hasta 4",L=hasta 300 m para Proy. A.P	C/U	11	C\$1,770.00	C\$19,470.00
	<b>33012</b>	<b>TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO.</b>				
	92193	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ml	3245	C\$207.98	C\$674,895.10
	<b>32024</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				
	94311	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=½"+ ABRAZADERA DE HIERRO GALVANIZADO+UNION DE BRONCE	c/u	6	C\$2,896.73	C\$17,380.38
	02269	VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE. Diám. = 2" (INCL. 1mTUBERIA DE HIERRO GALVAN)				

	92170	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	c/u	3	C\$138.65	C\$415.95
	94968	Codo liso PVC 90° x 3"	c/u	3	C\$266.96	C\$800.88
	93848	CODO LISO PVC 3" X 90°	c/u	6	C\$132.00	C\$792.00
	<b>32025</b>	<b>CRUCE AEREO</b>				
	04105	CRUCE AEREO CON TUBERIA HIERRO GALVANIZADO Diám. = 3"	ml	26	C\$780.60	C\$20,295.60
<b>330</b>		<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>				<b>C\$1,697,545.51</b>
	<b>32001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>				
	95467	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN T. NATURAL Ancho=De 0.50 a 1.00 m	M3	8468	C\$41.20	C\$348,881.60
	<b>32004</b>	<b>RELLENOS Y COMPACTACION MANUAL</b>				
	92226	Relleno y compactacion manual	M3	8468	C\$33.65	C\$284,948.20
	<b>32006</b>	<b>Prueba hidrostatica</b>				
	93282	Prueba hidrostatica(con bomba manual) en tuberia diam.hasta 4",L=hasta 300 m para Proy. A.P	C/U	48	C\$1,720.00	C\$82,560.00
	<b>30011</b>	<b>TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO.</b>				
	92341	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ml	11631	C\$66.21	C\$770,088.51
		<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				
	94966	CODO DE PVC DE 2" x 90°	c/u	6	C\$220.00	C\$1,320.00
	94963	VALVULA DE PASE DE BRONCE Diám.=2" (GAVETA, NO INCL. EXCAVACION)	c/u	20	C\$671.29	C\$13,425.80
	02138	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE DIAM. 3" Inc. exc.	c/u	21	C\$4,197.06	C\$88,138.26
	94006	TEE LISA PVC DIAM. 2" (S40)	c/u	4	C\$176.84	C\$707.36
		TEE LISA PVC DIAM. 3" (S40)	c/u	16	C\$230.01	C\$3,680.16
		CRUZ DE PVC 2"	C/U	4	C\$163.24	C\$652.96
		CRUZ DE PVC 3"	C/U	16	C\$343.20	C\$5,491.20
	02269	VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE. Diám. = 2" (INCL. 1mTUBERIA DE HIERRO GALVAN)	c/u	3	C\$2,738.37	C\$8,215.11
	92170	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	c/u	3	C\$2,419.53	C\$7,258.60
		REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" X 2"	C/U	34	C\$78.90	C\$2,682.60

		CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO 2500 PSI REF. DE LAD.CUARTERON 0,60M X 0,60 MX H=0,85M	C/U	41	C\$2,150.55	C\$88,172.55
	<b>32025</b>	<b>CRUCE AEREO</b>				
	04105	CRUCE AEREO CON TUBERIA HIERRO GALVANIZADO Diám. = 2"	ml	6	C\$743.22	C\$4,459.32
<b>335</b>		<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>M3</b>	<b>56.77</b>		<b>C\$732,142.59</b>
	33501	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALM.</b>				
	92287	CORTE MANUAL DEL TERRENO	M3	78	C\$112.00	C\$8,736.00
	95715	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2,5 KMS (CARGA MANUAL)	M3	78	C\$142.00	C\$11,076.00
	93398	EXPLOTACION O CORTE MANUAL EN BANCO DE PRESTAMO	M3	63	C\$112.00	C\$7,056.00
	93223	ACARREO DE MATERIAL SELECTO A 10 KMS C CAMION CARGA CON EQUIPO.	M3	63	C\$82.00	C\$5,166.00
	92266	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	49	C\$52.60	C\$2,577.40
		<b>OTRO TIPO DE OBRAS</b>				
	03114	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 3" (INCL. BLOQUE DE REACCION	c/u	3	C\$6,304.66	C\$18,913.98
	3028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=4"	ML	12	C\$750.00	C\$9,000.00
	02418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3"	ML	12	C\$660.00	C\$7,920.00
	92693	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADA Diam 3/4" con 2 codos de hierro galv + 1 tee de Hierro G	ML	6	C\$225.00	C\$1,350.00
	93983	TEE DE HIERRO GALVANIZADO DE 4"	C/U	2	C\$1,020.64	C\$2,041.28
	33511	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA</b>				
		<b>CONCRETO CICLOPEO CAPACIDAD DE 15,850 GLN</b>				
	93622	ACABADO FINO LLANEADO EN LOSA DE CONCRETO	m2	27.5625	C\$59.07	C\$1,628.12
	95567	ACARREO ( CON CAMION VOLQUETE) DE PIEDRA BOLON A 19 KMS (INCL. CARGA MANUAL) NO INCL. COSTO P.BOLON.	m3	91.85	C\$261.25	C\$23,995.81
	92909	ACARREO CON CAMION VOLQUETE) DE ARENA A 40 KMS (NO INCL. CARGA (INCL. COSTO DE LA ARENA	m3	30	C\$557.69	C\$16,730.70
	92212	ALISTAR ARMAR Y COLOCAR HIERRO MAYOR AL NUMERO 4	LBS	5457.8773	C\$4.50	C\$24,560.45
	92286	ALISTAR ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	2063.693408	C\$1.55	C\$3,198.72
	92496	ALQUILER DE ANDAMIO METALICO HASTA Altura=6.00 m	ML	30	C\$149.53	C\$4,485.90

	03435	ANDEN DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF.,Espesor=0.05m	m2	33.11	C\$244.33	C\$8,089.77
	95419	APUNTALAMIENTO CON CRUCETAS DE MADERA DE PINO HASTA h =3.00 m	ML	98	C\$206.56	C\$20,242.88
	04398	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO 3000 PSI REF. +PARED DE LADRILLO CUARTERON DE 0.70 MX0.70 MX 0.50 M	C/U	2	C\$1,388.58	C\$2,777.16
	93847	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3" X 90°.	C/U	7	C\$299.76	C\$2,098.32
	94053	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3" X 45°	C/U	1	C\$300.00	C\$300.00
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	m3	7.43325	C\$2,798.69	C\$20,803.36
	92006	CONCRETO DE 3,500 PSI (MEZCLADO A MANO)	m3	17.5434	C\$2,861.52	C\$50,200.79
	93285	EXCAVACION MANUAL EN T. MATERIAL MIXTO (ARCILLAS, LIMOS Y BOLONES)	m3	18	C\$150.52	C\$2,709.36
	92387	FORMALETA PARA FONDO DE ENTREPISO	m2	37	C\$278.82	C\$10,316.34
	92371	FORMALETA PARA MUROS	m2	151	C\$217.46	C\$32,836.46
	93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <= AL No. 4	LBS	2063.693408	C\$19.88	C\$41,026.22
	93383	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. > AL No. 4	LBS	5457.8773	C\$22.33	C\$121,874.40
	95548	IMPERMEABILIZACION DE PAREDES DE TANQUE DE CONCRETO CON SIKADUR-32T	m2	103.0665	C\$295.30	C\$30,435.54
	92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	m2	100	C\$9.40	C\$940.00
	92224	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	m2	100	C\$9.40	C\$940.00
	04721	MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLON(CONST.COMPRA DE P.BOLON ) CON MORTERO PROPORCION 1:3 ( NO INCL EXCAV.)	m3	91.85	C\$2,157.13	C\$198,132.39
	95878	NIVELACION Y CONFORMACION DE TERRENO (CON MOI)	m2	100	C\$60.18	C\$6,018.00
	93411	PINTURA EPOXICA SOBRE PAREDES (TANQUES A. POTABLE)	m2	130.629	C\$180.00	C\$23,513.22
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	m2	75.504	C\$138.43	C\$10,452.02
<b>340</b>		<b>FUENTE Y OBRA DE TOMA</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>		<b>C\$2,745,325.09</b>
		<b>Captacion</b>				
	92622	PERFORACION DE POZO CON MAQUINA ROTATIVA Diám. de Perforac=12" EN T. EN SUELO CONSOLIDADO	PIES	380	C\$892.50	C\$339,150.00
	4286	SELLO CON MATERIAL BENTONITA(ARCILLA COLOIDAL) Y MORTERO PROPORCION 1:1 PARA POZO PERFORADO	PIES	30	C\$172.00	C\$5,160.00
	94664	TUBERIA CIEGA DE PVC DIAM 6" SCH-40 INSTALADA EN POZO PERFORADO PARA EDEME DE POZO	M	52	C\$786.50	C\$40,898.00

94665	TUBERIA RANURADA DE PVC DIAM 6" SCH-40 INSTALADA EN POZO PERFORADO INCL TIEMPO DE TECLE	M	64	C\$850.99	C\$54,463.36
94939	TUBERIA HG DIAM. 1"	ML	55	C\$128.00	C\$7,040.00
92853	TUBERIA HG DIAM. 2"	ML	9	C\$342.00	C\$3,078.00
94939	TAPON HEMBRA DE HIERRO GALVANIZADO DIAM. 1"	C/U	1	C\$45.00	C\$45.00
94370	TAPON HEMBRA DE HIERRO GALVANIZADO DIAM. 2"	C/U	1	C\$82.00	C\$82.00
95798	TAPON HEMBRA DE PVC DIAM 6"	c/u	1	C\$590.00	C\$590.00
94645	LIMPIEZA Y DESARROLLO DE POZOS CON MAQUINA	HRS	5	C\$1,261.13	C\$6,305.65
94646	PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 20 HP y PLANTA GENERADOR ELECTRICO DE 5)ESCALONADA	HRS	12	C\$1,703.63	C\$20,443.56
92618	PRUEBA DE BOMBEO (CON EQUIPO DE BOMBEO PARA CAUDAL=300 GPM) PARA DETERMINAR CAUDAL EN POZOS	HRS	24	C\$1,592.00	C\$38,208.00
40020	ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE INCLUYE AMONIO Y ARSENICO	c/u	1	C\$5,162.50	C\$5,162.50
93273	DESINFECCION(CON HIPOCLORITO DE SODIO) Y LIMPIEZA DEL POZO A CIELO ABIERTO	GLB	1	C\$610.65	C\$610.65
<b>34002</b>	<b>ESTACION DE BOMBEO</b>				
02394	SARTA DE HIERRO FUNDIDO + VALVULAS Diám. =2" (INCLUYE MEDIDOR MAESTRO Diám=2") PARA EQUIPO DE BOMBEO	C/U	1	C\$98,825.00	C\$98,825.00
94648	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 10 HP, Q=80 GPM, CTD=450', 1/60/230 v	C/U	4	C\$336,300.00	C\$1,345,200.00
94043	ARRANCADOR MAGNETICO P/MOTOR DE 7.5 HP, 1/60/230 v CON TODAS SUS	C/U	1	C\$140,715.00	C\$140,715.00
95034	CABLE ELECTRICO SUMERGIBLE #10X3	ML			
95964	PLATO (PLATINA) CUADRADA DE HIERRO FUNDIDO D 12" CON ORIFICIO DIAM=2" Esp=1 PARA SOPORTE EQUIPO	C/U	1	C\$3,835.00	C\$3,835.00
95815	COLUMNA DE TUBO REDONDO DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" PARA DESCARGA EN EQUIPO DE BOMBEO	ML	45	C\$3,994.30	C\$179,743.50
92236	PINTURA ANTICORROSIVA (INCL. 2 MANOS) 1 DE TALLER Y 1 INSTALADO	M2	2	C\$61.51	C\$123.02
92371	FORMALETA PARA MUROS	M2	5	C\$281.93	C\$1,409.65
92009	CONCRETO DE 3000 PSI ( MEZCLADO A MANOO	M3	0.5	C\$3,318.75	C\$1,659.38
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	0.5	C\$117.00	C\$58.50

93598	BLOQUES DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE PARA ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	7	C\$320.00	C\$2,240.00
<b>34003</b>	<b>CASETA DE CONTROL</b>				
92287	CORTE MANUAL DEL TERRENO	M3	15	C\$82.00	C\$1,230.00
95715	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2,5 KMS (CARGA MANUAL)	M3	15	C\$120.30	C\$1,804.50
93398	EXPLOTACION O CORTE MANUAL EN BANCO DE PRESTAMO	M3	30	C\$74.50	C\$2,235.00
92011	ACARREO(CON CAMION VOLQUETE) MAT. SELECTO A 10 KMS CARGA CON EQUIPO(INCL. DERECHO DE EXPL)	M3	30	C\$252.23	C\$7,566.90
93398	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA + CUBIERTA TECHO ZINC A=8,80 M2 PARA CLORACION	C/U	1	C\$66,790.51	C\$66,790.51
3106	ANDEN DE CONCRETO SIN REF. (espesor=0,075 con zisa a cada 1 m,)	m2	10.10	C\$235.64	C\$2,379.96
<b>34005</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
93906	Poste de Concreto de 40 Pies, 300 DAN	C/U	1.00	C\$9,653.11	C\$9,653.11
93776	Poste de Concreto de 35 Pies, 300 DAN	C/U	2.00	C\$6,751.34	C\$13,502.68
92802	Transformador 15 KVA 14.4KV; 240/120 V	C/U	1.00	C\$16,649.33	C\$16,649.33
93454	Pararrayos Autovalvular 18 KV	C/U	1.00	C\$2,635.19	C\$2,635.19
94926	Cortacircuito Fusibe de 27 KV	C/U	2.00	C\$1,997.65	C\$3,995.30
92974	Fusible Chilillo 1.0 Amps	C/U	1.00	C\$308.97	C\$308.97
94925	Fusible Chilillo 10.0 Amps	C/U	1.00	C\$309.43	C\$309.43
93562	Cable ACSR 1/0 (Raven)	MTS	220.00	C\$42.94	C\$9,446.80
93821	Luminaria Exteri Tipo Cobra de 250 W HPS c/brazo	C/U	1.00	C\$4,800.67	C\$4,800.67
94998	Estructura Electrica VA-1	C/U	1.00	C\$2,394.18	C\$2,394.18
92803	Estructura Electrica VA5-1	C/U	1.00	C\$3,929.99	C\$3,929.99
92804	Estructura Electrica VA-5	C/U	1.00	C\$2,108.93	C\$2,108.93
93832	Estructura Electrica VA-6	C/U	1.00	C\$3,915.96	C\$3,915.96
93820	Estructura Electrica D1-1	C/U	2.00	C\$2,792.16	C\$5,584.32
93743	Estructura Electrica M2-1	C/U	6.00	C\$2,577.50	C\$15,465.00
93742	Estructura Electrica J12	C/U	2.00	C\$644.90	C\$1,289.80

94917	Estructura Electrica J16	C/U	1.00	C\$914.18	C\$914.18
95429	Estructura Electrica TR-105	C/U	1.00	C\$10,302.33	C\$10,302.33
94096	Alambre Cobre No 2	MTS	45.00	C\$143.50	C\$6,457.50
92506	Luminaria Fluor. de 1 X 20 W Superficial	C/U	6.00	C\$295.62	C\$1,773.72
92198	Tomacorriente Dble 120V/15 A Tapa Acero Inox.	C/U	3.00	C\$132.95	C\$398.85
93686	Apagador Sencillo 15 A Placa Metalica	C/U	1.00	C\$111.10	C\$111.10
92197	Apagador Doble Pol. 15 A Placa Metalica	C/U	1.00	C\$182.74	C\$182.74
92270	Alambre Cobre THHHN No 12	MTS	90.00	C\$18.85	C\$1,696.50
92649	Alambre Cobre THHHN No 14	MTS	85.00	C\$19.74	C\$1,677.90
92543	Alambre Cobre THHHN No 10	MTS	90.00	C\$32.75	C\$2,947.50
92269	Tubo Conduit PVC 1/2 X 3 M	MTS	35.00	C\$35.77	C\$1,251.95
92505	Tubo Fluorecente 20 W	C/U	6.00	C\$33.97	C\$203.82
93447	Tubo PVC de 1.1/2	MTS	35.00	C\$41.37	C\$1,447.95
93445	Tubo EMT de 1.1/2"	MTS	5.00	C\$186.09	C\$930.45
93451	Calabera de 1.1/2	MTS	1.00	C\$266.65	C\$266.65
95680	Panel Monof 120/240 V de 12 Espac. Barras 125 A	C/U	1.00	C\$3,224.31	C\$3,224.31
92736	Breaker 2 X 60 A	C/U	1.00	C\$282.33	C\$282.33
92698	Breaker de 2 X 20 A	C/U	1.00	C\$208.77	C\$208.77
92559	Breaker de 1 X 15 A	C/U	4.00	C\$121.54	C\$486.16
92266	Caja EMT de 4 X 4	C/U	10.00	C\$87.35	C\$873.50
92267	Caja EMT de 4 X 2	C/U	2.00	C\$50.84	C\$101.68
94914	Tapa EMT Ciega 4 X 4	C/U	6.00	C\$14.27	C\$85.62
92397	Tapa de Repello 4 X 4	C/U	4.00	C\$17.18	C\$68.72
93744	Varilla Polo A Tierra de 5/8 X 8 , 10 M Alambre 6	C/U	1.00	C\$2,006.77	C\$2,006.77
93905	Alambre Cobre No 4	MTS	90.00	C\$126.26	C\$11,363.40
93903	Alambre Cobre No 6	MTS	80.00	C\$80.83	C\$6,466.40
93904	Alambre Cobre No 8	MTS	60.00	C\$68.17	C\$4,090.20
95316	Cable TSJ 3 X 12	MTS	35.00	C\$48.93	C\$1,712.55

	94043	Arrancador Magn de 7.5 HP 230 V	C/U	1.00	C\$31,475.85	C\$31,475.85
	95045	Bomba Sumerg. 1/60/7.5 Hp 240 V	C/U	1.00	C\$68,319.12	C\$68,319.12
	94258	Cable Sumerg. 3 X No. 6	MTS	50.00	C\$111.63	C\$5,581.50
	95032	Cable Sumerg. 3 X No. 12	MTS	50.00	C\$115.96	C\$5,798.00
	95105	Tubo PVC de 1"	MTS	40.00	C\$36.04	C\$1,441.60
	95844	Main Breaker 2 X 60	UNI	1.00	C\$466.93	C\$466.93
	95843	Main Breaker 2 X 40	C/U	2.00	C\$359.32	C\$718.64
	<b>34008</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES (tanque y captacion)</b>				
	03388	columna de concreto de 3000 psi. Porton malla ciclon 6" on tubos hg de 1 1/2"	c/u	2	C\$19,127.80	C\$38,255.60
	03064	Cercos alambre puas # 13 1/2 9 hilos con poste pretensado e H=2.55	ML	146	C\$402.00	C\$58,692.00
<b>350</b>		<b>CONEXIONES</b>	<b>C/U</b>	<b>251</b>		<b>C\$574,508.88</b>
	<b>35002</b>	<b>OTRO TIPO DE CONEXIONES</b>				
	03931	CONEXION DOMICILIAR DE PATIO CON TUBO DE PVC Diám.= ½" (SDR-13.5) (NO INCLUYE MEDIDOR) (INCL. EXC	<b>C/U</b>	251	C\$956.00	C\$239,956.00
	92177	TUBERIA DE PVC Diám.=½" (SDR-13.5) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	3012	C\$19.50	C\$58,734.00
	<b>35009</b>	<b>MEDIDORES DE AGUA POTABLE</b>				
	94191	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	251	C\$1,098.88	C\$275,818.88
<b>360</b>		<b>PLANTA DE PURIFICACION</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>		<b>C\$19,858.05</b>
	<b>36003</b>	<b>EQUIPO DE CLORINACION (COMPLETO)</b>				
	93510	BANCO DE MADERA ROJA PARA HIPOCLORADOR	C/U	1	C\$2,255.00	C\$2,255.00
	93767	BIDON PLASTICO Cap. = 150 Lts (40 Glns)	C/U	1	C\$850.00	C\$850.00
	94647	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO DE 21 GPD Y 150 PSI	C/U	1	C\$16,753.05	C\$16,753.05
<b>370</b>		<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	<b>GL</b>	<b>1.00</b>		<b>C\$4,100.00</b>
	<b>31001</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>				
	04189	Placa conmemorativa de aluminio de 0.65 x 0.42	c/u	1.00	C\$4,100.00	C\$4,100.00
		<b>GRAN TOTAL</b>				<b>C\$7,835,081.18</b>



REPÚBLICA DE NICARAGUA  
MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA  
REGION AUTÓNOMA COSTA CARIBE SUR - RAACS



PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR DE AGUA Y SANEAMIENTO RURAL

PROYECTO  
MONOGRAFIA PARA OBTAR AL TITULO DE ING CIVIL  
COLONIA LOS LAURELES



MACROLOCALIZACION



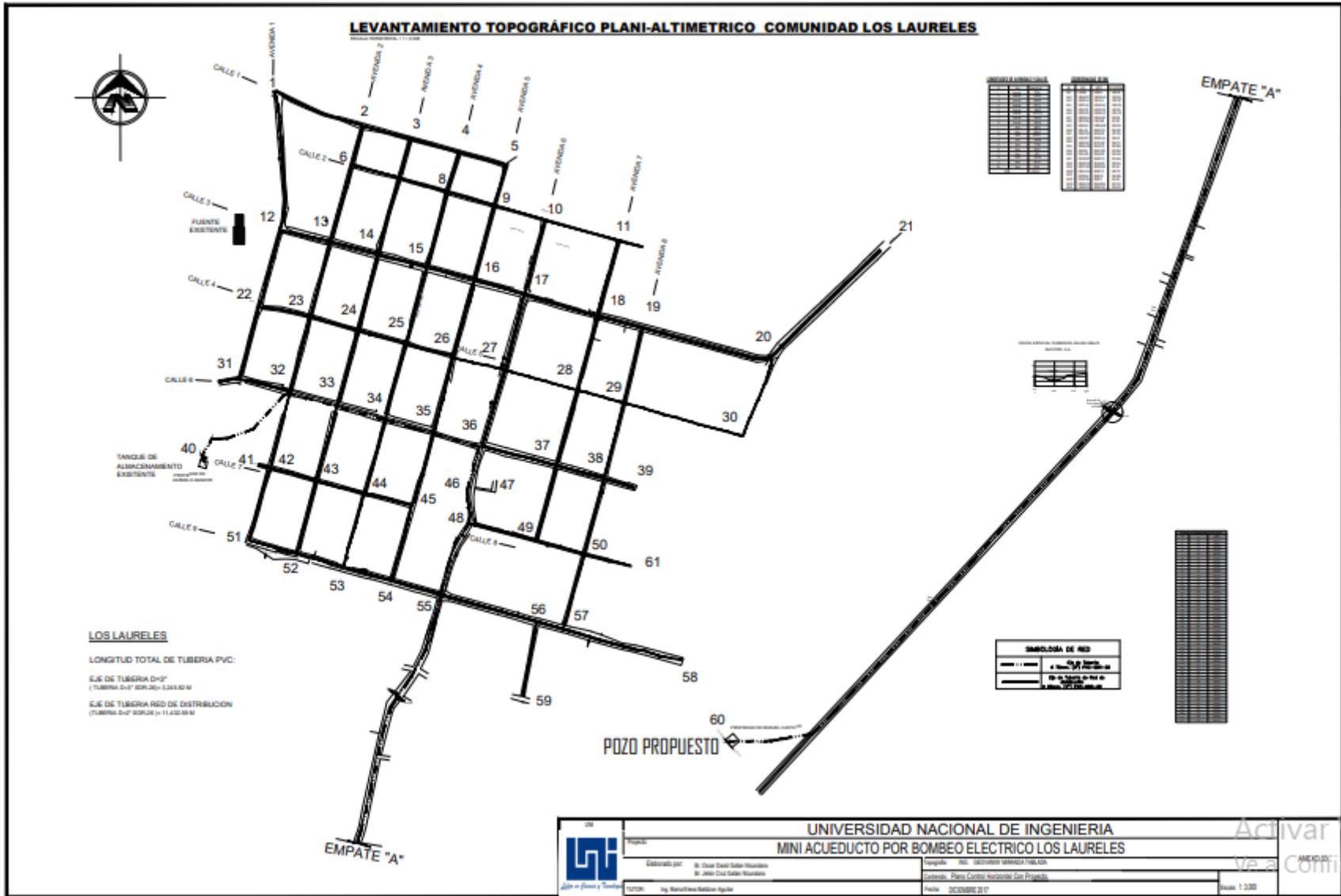
MICROLOCALIZACION

INDICE	
No.	NOMBRE DE LAMINA
1	CARATULA
2	PLANO GENERAL SIN PROYECTO Y LISTA DE BENEFICIARIOS DE AGUA POTABLE
3	PLANO CONTROL HORIZONTAL CON PROYECTO
4-5	PLANO DE CALZADAS
6-7	PLANO TOPOGRAFICO
8	PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 0+000 - 1+100+1-30
9	PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 0+000 - 1+720 754+ 888-896
10	PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 2+200 - 3+240 238+ 64-11
11	PREDIO DE POZO SIN / CON PROYECTO
12	PREDIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO EXISTENTE
13	RED DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE
14	DETALLES DE POZO Y BARTA
15	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO CICLOPEO CAP = 15.000 GLN
16	PLANO ELECTRICO
17	PLANO ELECTRICO
18	CASETA DE CONTROLES ELECTRICOS
19	DETALLES DE AGUA POTABLE
20	PLANO DE BENEFICIARIOS DE SANEAMIENTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO LOS LAURELES



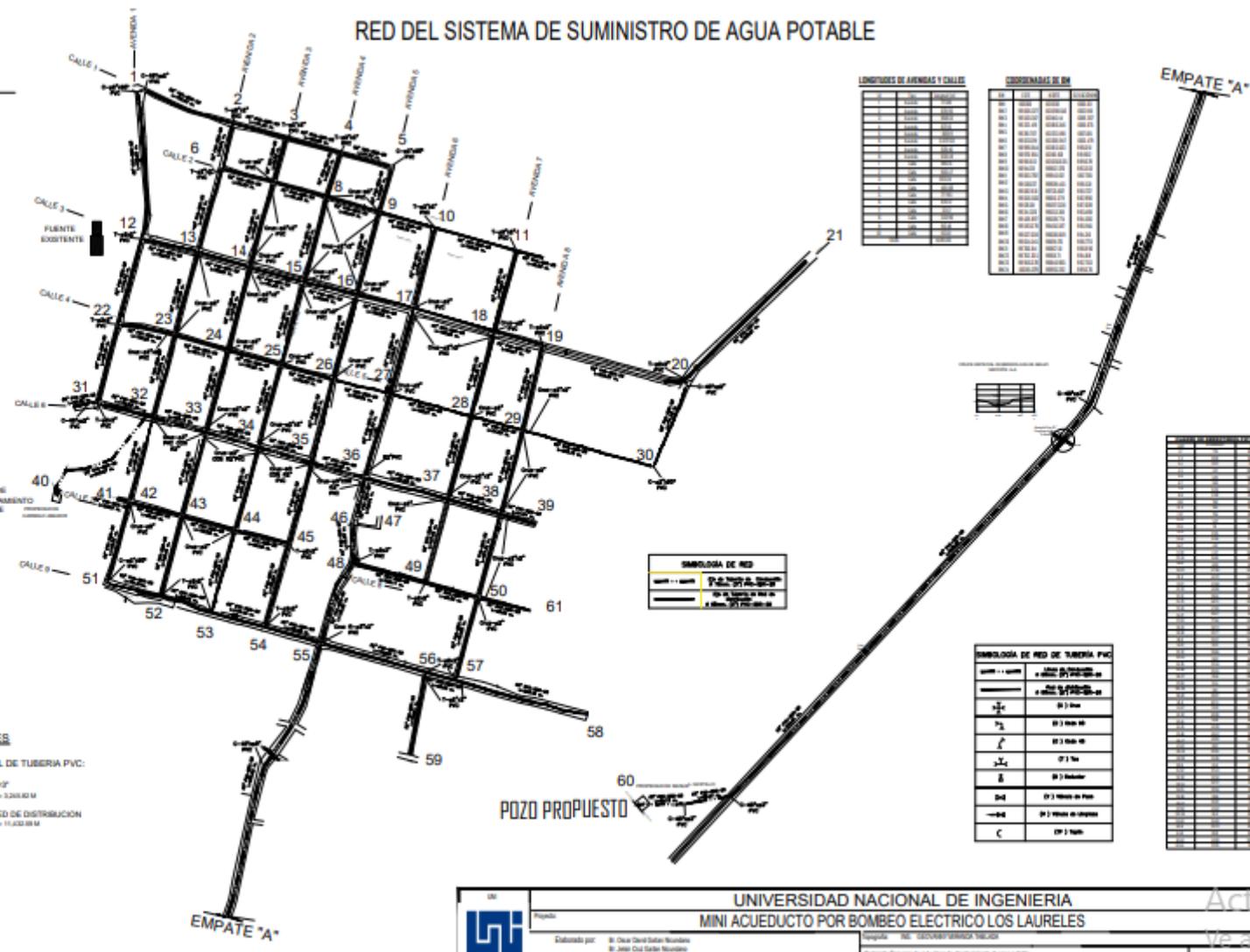
Elaborado por: Sr. Oscar David Galán Muroles  
Coordinador del Proyecto: Sr. Oscar David Galán Muroles  
Fecha: 2018/08/20



# RED DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE



**LOS LAURELES**  
 LONGITUD TOTAL DE TUBERIA PVC:  
 E.E. DE TUBERIA D=Ø  
 (TUBERIA D=Ø 329,26y 329,26 M)  
 E.E. DE TUBERIA RED DE DISTRIBUCION  
 (TUBERIA D=Ø 329,26 y 11,320 99 M)



**LONGITUDES DE AVENIDAS Y CALLES**

AVENIDA / CALLE	LONGITUD (M)
AVENIDA 1	100
AVENIDA 2	100
AVENIDA 3	100
AVENIDA 4	100
AVENIDA 5	100
AVENIDA 6	100
AVENIDA 7	100
AVENIDA 8	100
CALLE 1	100
CALLE 2	100
CALLE 3	100
CALLE 4	100
CALLE 5	100
CALLE 6	100
CALLE 7	100
CALLE 8	100
CALLE 9	100
CALLE 10	100
CALLE 11	100
CALLE 12	100

**COORDENADAS DE EN**

ENLACE	X	Y
1	1000	1000
2	1000	1000
3	1000	1000
4	1000	1000
5	1000	1000
6	1000	1000
7	1000	1000
8	1000	1000
9	1000	1000
10	1000	1000
11	1000	1000
12	1000	1000
13	1000	1000
14	1000	1000
15	1000	1000
16	1000	1000
17	1000	1000
18	1000	1000
19	1000	1000
20	1000	1000
21	1000	1000
22	1000	1000
23	1000	1000
24	1000	1000
25	1000	1000
26	1000	1000
27	1000	1000
28	1000	1000
29	1000	1000
30	1000	1000
31	1000	1000
32	1000	1000
33	1000	1000
34	1000	1000
35	1000	1000
36	1000	1000
37	1000	1000
38	1000	1000
39	1000	1000
40	1000	1000
41	1000	1000
42	1000	1000
43	1000	1000
44	1000	1000
45	1000	1000
46	1000	1000
47	1000	1000
48	1000	1000
49	1000	1000
50	1000	1000
51	1000	1000
52	1000	1000
53	1000	1000
54	1000	1000
55	1000	1000
56	1000	1000
57	1000	1000
58	1000	1000
59	1000	1000
60	1000	1000
61	1000	1000

**SIMBOLOGIA DE RED**

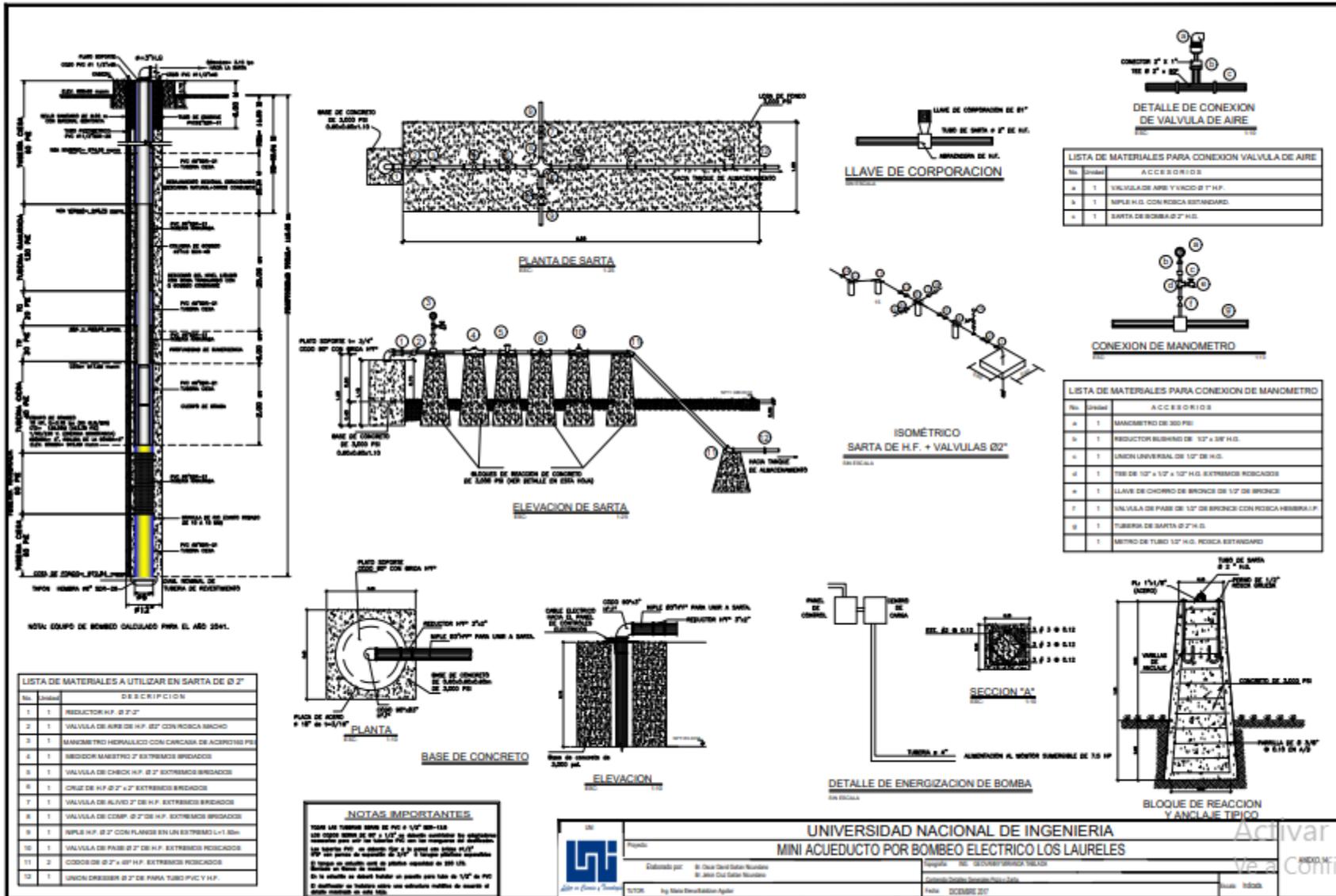
---	1.5" POLIETILENO
---	2" POLIETILENO
---	3" POLIETILENO
---	4" POLIETILENO
---	5" POLIETILENO
---	6" POLIETILENO
---	8" POLIETILENO
---	10" POLIETILENO
---	12" POLIETILENO
---	15" POLIETILENO
---	20" POLIETILENO
---	24" POLIETILENO
---	30" POLIETILENO
---	36" POLIETILENO
---	42" POLIETILENO
---	48" POLIETILENO
---	54" POLIETILENO
---	60" POLIETILENO
---	66" POLIETILENO
---	72" POLIETILENO
---	78" POLIETILENO
---	84" POLIETILENO
---	90" POLIETILENO
---	96" POLIETILENO
---	102" POLIETILENO
---	108" POLIETILENO
---	114" POLIETILENO
---	120" POLIETILENO
---	126" POLIETILENO
---	132" POLIETILENO
---	138" POLIETILENO
---	144" POLIETILENO
---	150" POLIETILENO
---	156" POLIETILENO
---	162" POLIETILENO
---	168" POLIETILENO
---	174" POLIETILENO
---	180" POLIETILENO
---	186" POLIETILENO
---	192" POLIETILENO
---	198" POLIETILENO
---	204" POLIETILENO
---	210" POLIETILENO
---	216" POLIETILENO
---	222" POLIETILENO
---	228" POLIETILENO
---	234" POLIETILENO
---	240" POLIETILENO
---	246" POLIETILENO
---	252" POLIETILENO
---	258" POLIETILENO
---	264" POLIETILENO
---	270" POLIETILENO
---	276" POLIETILENO
---	282" POLIETILENO
---	288" POLIETILENO
---	294" POLIETILENO
---	300" POLIETILENO
---	306" POLIETILENO
---	312" POLIETILENO
---	318" POLIETILENO
---	324" POLIETILENO
---	330" POLIETILENO
---	336" POLIETILENO
---	342" POLIETILENO
---	348" POLIETILENO
---	354" POLIETILENO
---	360" POLIETILENO
---	366" POLIETILENO
---	372" POLIETILENO
---	378" POLIETILENO
---	384" POLIETILENO
---	390" POLIETILENO
---	396" POLIETILENO
---	402" POLIETILENO
---	408" POLIETILENO
---	414" POLIETILENO
---	420" POLIETILENO
---	426" POLIETILENO
---	432" POLIETILENO
---	438" POLIETILENO
---	444" POLIETILENO
---	450" POLIETILENO
---	456" POLIETILENO
---	462" POLIETILENO
---	468" POLIETILENO
---	474" POLIETILENO
---	480" POLIETILENO
---	486" POLIETILENO
---	492" POLIETILENO
---	498" POLIETILENO
---	504" POLIETILENO
---	510" POLIETILENO
---	516" POLIETILENO
---	522" POLIETILENO
---	528" POLIETILENO
---	534" POLIETILENO
---	540" POLIETILENO
---	546" POLIETILENO
---	552" POLIETILENO
---	558" POLIETILENO
---	564" POLIETILENO
---	570" POLIETILENO
---	576" POLIETILENO
---	582" POLIETILENO
---	588" POLIETILENO
---	594" POLIETILENO
---	600" POLIETILENO
---	606" POLIETILENO
---	612" POLIETILENO
---	618" POLIETILENO
---	624" POLIETILENO
---	630" POLIETILENO
---	636" POLIETILENO
---	642" POLIETILENO
---	648" POLIETILENO
---	654" POLIETILENO
---	660" POLIETILENO
---	666" POLIETILENO
---	672" POLIETILENO
---	678" POLIETILENO
---	684" POLIETILENO
---	690" POLIETILENO
---	696" POLIETILENO
---	702" POLIETILENO
---	708" POLIETILENO
---	714" POLIETILENO
---	720" POLIETILENO
---	726" POLIETILENO
---	732" POLIETILENO
---	738" POLIETILENO
---	744" POLIETILENO
---	750" POLIETILENO
---	756" POLIETILENO
---	762" POLIETILENO
---	768" POLIETILENO
---	774" POLIETILENO
---	780" POLIETILENO
---	786" POLIETILENO
---	792" POLIETILENO
---	798" POLIETILENO
---	804" POLIETILENO
---	810" POLIETILENO
---	816" POLIETILENO
---	822" POLIETILENO
---	828" POLIETILENO
---	834" POLIETILENO
---	840" POLIETILENO
---	846" POLIETILENO
---	852" POLIETILENO
---	858" POLIETILENO
---	864" POLIETILENO
---	870" POLIETILENO
---	876" POLIETILENO
---	882" POLIETILENO
---	888" POLIETILENO
---	894" POLIETILENO
---	900" POLIETILENO
---	906" POLIETILENO
---	912" POLIETILENO
---	918" POLIETILENO
---	924" POLIETILENO
---	930" POLIETILENO
---	936" POLIETILENO
---	942" POLIETILENO
---	948" POLIETILENO
---	954" POLIETILENO
---	960" POLIETILENO
---	966" POLIETILENO
---	972" POLIETILENO
---	978" POLIETILENO
---	984" POLIETILENO
---	990" POLIETILENO
---	996" POLIETILENO
---	1002" POLIETILENO

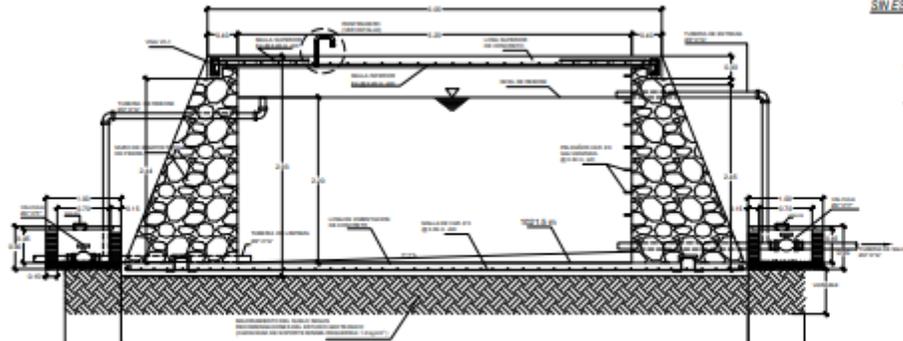
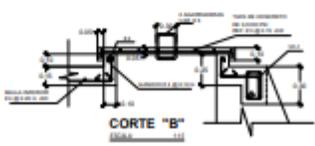
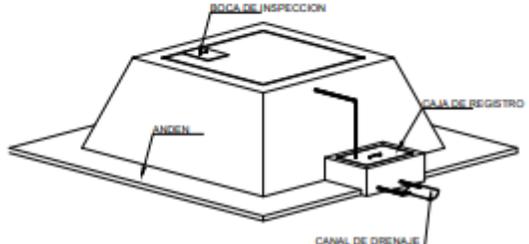
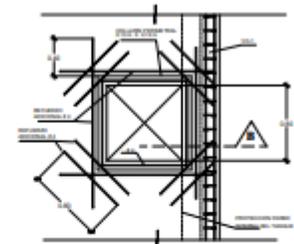
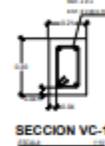
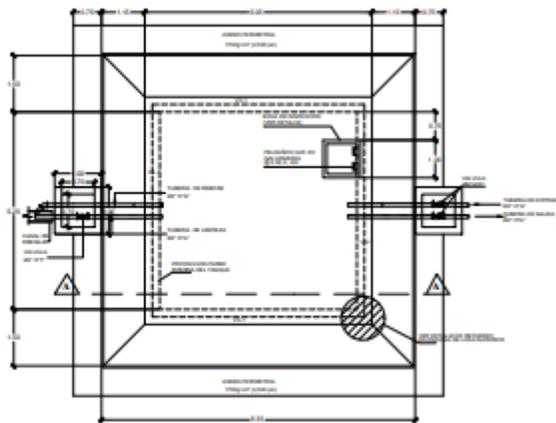
**SIMBOLOGIA DE RED DE TUBERIA PVC**

---	1.5" PVC
---	2" PVC
---	3" PVC
---	4" PVC
---	5" PVC
---	6" PVC
---	8" PVC
---	10" PVC
---	12" PVC
---	15" PVC
---	20" PVC
---	24" PVC
---	30" PVC
---	36" PVC
---	42" PVC
---	48" PVC
---	54" PVC
---	60" PVC
---	66" PVC
---	72" PVC
---	78" PVC
---	84" PVC
---	90" PVC
---	96" PVC
---	102" PVC
---	108" PVC
---	114" PVC
---	120" PVC
---	126" PVC
---	132" PVC
---	138" PVC
---	144" PVC
---	150" PVC
---	156" PVC
---	162" PVC
---	168" PVC
---	174" PVC
---	180" PVC
---	186" PVC
---	192" PVC
---	198" PVC
---	204" PVC
---	210" PVC
---	216" PVC
---	222" PVC
---	228" PVC
---	234" PVC
---	240" PVC
---	246" PVC
---	252" PVC
---	258" PVC
---	264" PVC
---	270" PVC
---	276" PVC
---	282" PVC
---	288" PVC
---	294" PVC
---	300" PVC
---	306" PVC
---	312" PVC
---	318" PVC
---	324" PVC
---	330" PVC
---	336" PVC
---	342" PVC
---	348" PVC
---	354" PVC
---	360" PVC
---	366" PVC
---	372" PVC
---	378" PVC
---	384" PVC
---	390" PVC
---	396" PVC
---	402" PVC
---	408" PVC
---	414" PVC
---	420" PVC
---	426" PVC
---	432" PVC
---	438" PVC
---	444" PVC
---	450" PVC
---	456" PVC
---	462" PVC
---	468" PVC
---	474" PVC
---	480" PVC
---	486" PVC
---	492" PVC
---	498" PVC
---	504" PVC
---	510" PVC
---	516" PVC
---	522" PVC
---	528" PVC
---	534" PVC
---	540" PVC
---	546" PVC
---	552" PVC
---	558" PVC
---	564" PVC
---	570" PVC
---	576" PVC
---	582" PVC
---	588" PVC
---	594" PVC
---	600" PVC
---	606" PVC
---	612" PVC
---	618" PVC
---	624" PVC
---	630" PVC
---	636" PVC
---	642" PVC
---	648" PVC
---	654" PVC
---	660" PVC
---	666" PVC
---	672" PVC
---	678" PVC
---	684" PVC
---	690" PVC
---	696" PVC
---	702" PVC
---	708" PVC
---	714" PVC
---	720" PVC
---	726" PVC
---	732" PVC
---	738" PVC
---	744" PVC
---	750" PVC
---	756" PVC
---	762" PVC
---	768" PVC
---	774" PVC
---	780" PVC
---	786" PVC
---	792" PVC
---	798" PVC
---	804" PVC
---	810" PVC
---	816" PVC
---	822" PVC
---	828" PVC
---	834" PVC
---	840" PVC
---	846" PVC
---	852" PVC
---	858" PVC
---	864" PVC
---	870" PVC
---	876" PVC
---	882" PVC
---	888" PVC
---	894" PVC
---	900" PVC
---	906" PVC
---	912" PVC
---	918" PVC
---	924" PVC
---	930" PVC
---	936" PVC
---	942" PVC
---	948" PVC
---	954" PVC
---	960" PVC
---	966" PVC
---	972" PVC
---	978" PVC
---	984" PVC
---	990" PVC
---	996" PVC
---	1002" PVC

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO LOS LAURELES**

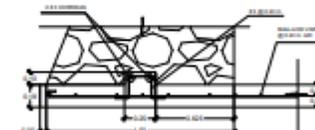
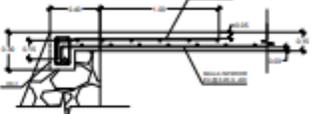
Elaborado por: Sr. Oscar David Salazar Nuñez / Sr. Juan David Salazar Nuñez  
 TUTOR: Ing. María Encarnación Aguilar / Fecha: DICIEMBRE 2017 / Hoja: 1/30





ISOMETRICO DE TANQUE

SIN ESCALA



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO LOS LAURELES</b>			Activar V ve a Config
	Elaborado por: Sr. Oscar David Salazar Huamani Sr. Juan Carlos Salazar Huamani		Proyecto: 001-2018-00000000-00000000	
	TÍTULO: Ing. María Elena Rodríguez Rojas		Contenido: Tanque de Almacenamiento de Concreto Colado CAP. 6,000 LITROS	
	Fecha: 2023/09/20		Estado: Inicial	