



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

**Monografía**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO EN LA COMUNIDAD  
EL MOJÓN MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Fabián Ernesto Sánchez Vásquez  
Br. Joanelia del Carmen Rodríguez Torrez  
Br. Wendy Fabiola García Galeano

**Tutor**

Ing. Byron Antonio Silva Rocha

**Asesor**

Ing. Juan Leonardo Chow Zúniga

Managua, Marzo 2019

## ***Agradecimientos***

En primera instancia agradecemos a Dios por darnos lo necesario en el momento oportuno, las fuerzas para salir adelante y cumplir los propósitos en nuestras vidas; sin la ayuda de él nada es posible en esta vida.

A nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad, por su inmenso apoyo incondicional y motivarnos día a día con sus consejos a ser mejores y a esforzarnos para cumplir nuestras metas; han sido nuestro motor para concluir esta etapa.

A amigos, familia y personas especiales que aportaron su granito de arena en nuestra labor, así como a docentes que sin ningún egoísmo fueron capaces de brindarnos copiosos conocimientos prácticos y teóricos fuera del aula de clases.

## Resumen

El sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad El Mojón – Condega es un Mini-Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) construido gracias al financiamiento de un ONG Austriaco y con colaboración de la comunidad en conjunto con la Alcaldía Municipal de Condega en el año 2008, del cual se beneficiaron 54 viviendas en dicha comunidad.

La fuente de abastecimiento en el MABE de la comunidad es un pozo artesanal, de este sistema se instalaron 45 puestos de agua y dos tanques de 10000 litros cada uno, los cuales eran llenados en 3 horas.

Después de 4 años de funcionamiento del sistema, este no ofrecía los servicios esperados, dando inicio al constante desabastecimiento de agua para la comunidad; provocando que la población recibiera el agua día de por medio o tuviera que trasladarse al poblado más próximo para obtener el vital líquido tan necesario.

Dada las circunstancias que presenta la comunidad se propuso realizar una mejora al sistema utilizando un nuevo pozo con suficiente capacidad y un proceso de desinfección de las aguas para brindarle un servicio de calidad a toda la comunidad.

La tesis consta de cinco capítulos en los que se estudiaron distintos tópicos según la importancia que reportan al estudio, en los que en su mayoría se limitó al estudio del área de proyecto.

El capítulo uno hace referencia a las generalidades del sitio de proyecto, antecedentes, características geográficas y principales actividades económicas, así como el acceso al sitio.

El capítulo dos aborda los aspectos teóricos que sustentan los principales conceptos relacionados con el agua potable y el diseño de acueductos como medio para el abastecimiento de este vital líquido.

El capítulo tres hace una descripción de los aspectos metodológicos que se implementaron para alcanzar los objetivos propuestos en este estudio.

El capítulo cuatro refleja los resultados obtenidos de cada uno de los objetivos propuestos para el estudio de la cuenca y diseño de la red de abastecimiento de agua potable de la comunidad El Mojón.

En el capítulo cinco se abordan las conclusiones y recomendaciones sobre el sistema de mini acueducto por bombeo eléctrico para la comunidad El Mojón, que serán de utilidad para futuros estudios.



# CONTENIDO

I.	GENERALIDADES .....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes .....	2
1.3	Justificación.....	3
1.4	Objetivos .....	5
1.4.1	Objetivo general .....	5
1.4.2	Objetivos específicos.....	5
1.5	Características del área de estudio .....	6
1.5.1	Referencia geográfica .....	6
1.5.2	Relieve .....	7
1.5.3	Clima .....	7
1.5.4	Suelos .....	8
1.5.5	Principales actividades económicas.....	8
1.5.6	Vías de acceso, y transporte. ....	8
II.	MARCO TEÓRICO .....	9
2.1	Ciclo hidrológico.....	9
2.1.1	Agua subterránea .....	10
2.1.2	Humedad del suelo.....	13
2.1.3	Distribución sub superficial del suelo.....	14
2.1.4	Infiltración .....	14
2.2	Cuenca Hidrográfica.....	15
2.2.1	Microcuenca .....	16
2.2.2	Parámetros morfométricos .....	16
2.3	Estudio socioeconómico.....	18

2.4	Proyección de la población .....	19
2.4.1	Cálculo de la población .....	19
2.4.2	Dotación .....	19
2.4.3	Consumo .....	20
2.5	Levantamiento topográfico .....	21
2.6	Sistema de abastecimiento de agua potable.....	22
2.6.1	Componentes de sistema de agua potable .....	22
2.6.2	Consideraciones de diseño hidráulico del sistema .....	25
2.7	Evaluación ambiental .....	25
2.8	Presupuesto .....	26
2.8.1	Costo .....	26
III.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	27
3.1	Tipo de estudio.....	27
3.2	Actividades por objetivos.....	28
3.2.1	Estudio socioeconómico .....	28
3.2.2	Proyección de la población.....	30
3.2.3	Levantamiento topográfico .....	31
3.2.4	Estudio hidrogeológico .....	32
3.2.5	Diseño del sistema de agua potable.....	40
3.2.6	Evaluación ambiental .....	46
3.2.7	Presupuesto del proyecto .....	46
IV.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	47
4.1	Estudio socioeconómico.....	47
4.1.1	Análisis de encuesta socioeconómicas .....	47
4.1.2	Entrevistas.....	51

4.2	Proyección de la población .....	53
4.3	Levantamiento topográfico .....	53
4.4	Diagnóstico del sistema existente .....	54
4.4.1	Sistema de bombeo.....	54
4.4.2	Línea de impulsión .....	55
4.4.3	Red de distribución.....	56
4.4.4	Tanque de almacenamiento .....	56
4.4.5	Acometida domiciliar .....	56
4.5	Estudio hidrogeológico .....	57
4.5.1	Balance hídrico.....	76
4.5.2	Curvas IDF .....	78
4.5.3	Estimación de infiltración.....	79
4.5.4	Medición de niveles estáticos del agua en los pozos .....	81
4.6	Diseño del sistema de agua potable .....	83
4.6.1	Propuesta de diseño.....	83
4.7	Evaluación ambiental .....	107
4.8	Presupuesto del proyecto.....	124
4.8.1	Costo de operación y mantenimiento .....	125
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	129
4.9	Conclusiones.....	129
4.10	Recomendaciones.....	130
	Bibliografía .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Censo y encuesta socioeconómica .....	29
Tabla 2: Características de la población objeto de estudio .....	47
Tabla 3: Condiciones de vivienda de la comunidad El Mojón .....	48
Tabla 4: Situación económica de las familias de la comunidad El Mojón.....	49
Tabla 5: Sanidad e higiene ambiental de la comunidad El Mojón .....	49
Tabla 6: Recursos y servicio de agua en la comunidad El Mojón .....	50
Tabla 7: Situación de salud de los población objeto de estudio .....	51
Tabla 8: Proyección de población a 20 años.....	53
Tabla 9: Levantamiento topográfico .....	54
Tabla 10: Índices morfométricos .....	57
Tabla 11: MC_1 Factores geométricos y relieve .....	64
Tabla 12: MC_1 Factores de forma.....	65
Tabla 13: MC_1 Factores de drenaje .....	65
Tabla 14: MC_2 Factores geométricos y relieve .....	67
Tabla 15: MC_2 Factores de forma.....	68
Tabla 16: MC_2 Factores de drenaje .....	68
Tabla 17: MC_3 Factores geométricos y relieve .....	70
Tabla 18: MC_3 Factores de forma.....	71
Tabla 19: MC_3 Factores de drenaje .....	71
Tabla 20: MC_4 Factores geométricos y relieve .....	73
Tabla 21: MC_4 Factores de forma.....	74
Tabla 22: MC_4 Factores de drenaje .....	74
Tabla 23: Balance hídrico, Tiempo de retorno de 5 años.....	77
Tabla 24: Balance hídrico, Tiempo de retorno de 10 años.....	77
Tabla 25: Balance hídrico, Tiempo de retorno de 25 años.....	78
Tabla 26: Intensidades de las precipitaciones por periodos de retorno de la estación de Condega.....	79
Tabla 27: Prueba de infiltración con el método de Porchet .....	80
Tabla 28: Nivel estáticos de los pozos .....	83

Tabla 29: Información general de la fuente .....	84
Tabla 30: Especificaciones del equipo de bombeo .....	86
Tabla 31: Coeficientes de pérdidas por accesorios .....	88
Tabla 32: Pérdidas por accesorios de la Bomba a la sarta .....	89
Tabla 33: Pérdidas por accesorios en la entrada al tanque .....	89
Tabla 34: Pérdidas por accesorios en la línea de conducción .....	90
Tabla 35: Pérdidas de descarga en la tubería.....	90
Tabla 36: Pérdidas por accesorios en la línea de conducción .....	91
Tabla 37: Pérdidas por accesorios en la línea de conducción .....	92
Tabla 38: Presiones de trabajo de tubería PVC .....	93
Tabla 39: Tubería de red propuesta .....	95
Tabla 40: Análisis de presiones.....	99
Tabla 41: Análisis de velocidades .....	100
Tabla 42: Análisis de presiones.....	103
Tabla 43: Dimensionamiento de tanque de almacenamiento.....	104
Tabla 44: Dosificación con hipoclorito de calcio .....	106
Tabla 45: Línea base ambiental .....	109
Tabla 46: Identificación de impactos negativos en la etapa de construcción .....	110
Tabla 47: Identificación de impactos negativos en la etapa de funcionamiento .....	111
Tabla 48: Identificación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.....	112
Tabla 49:Matriz causa y efecto de los impactos negativos en la etapa de construcción .....	113
Tabla 50:Matriz para la evaluación de impactos negativos en la etapa de construcción .....	114
Tabla 51: Acciones de impactos negativos en la etapa de construcción.....	115
Tabla 52: Matriz causa y efecto de los impactos positivos en la etapa de construcción. ....	116
Tabla 53: Matriz para la evaluación de impactos positivos en la etapa de construcción. ....	117
Tabla 54: Factores que afectan positivamente en la etapa de construcción. ....	118

Tabla 55: Matriz causa y efecto de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.....	119
Tabla 56: Valores de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.....	120
Tabla 57: Matriz causa y efecto de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.....	120
Tabla 58: Valoración de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.....	121
Tabla 59: Total de impactos negativos en el proyecto.....	121
Tabla 60: Total de impactos positivos del proyecto.....	122
Tabla 61: Medidas de mitigación.....	123
Tabla 62: Resumen de costos del proyecto.....	124
Tabla 63: Costo de operación y mantenimiento durante el periodo de diseño.....	128

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Balance hídrico.....	76
Gráfico 2: Curvas IDF estación de Condega.....	79

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Sub cuenca Río Pueblo Nuevo .....	59
Mapa 2: Microcuencas .....	60
Mapa 3: Uso de suelos.....	61
Mapa 4: Orden de corriente.....	62
Mapa 5: Curvas de nivel.....	63
Mapa 6: Microcuenca MC 1.....	66
Mapa 7:Microcuenca MC 2.....	69
Mapa 8: Microcuenca MC 3.....	72
Mapa 9: Microcuenca MC 4.....	75
Mapa 10: Pozos existentes de la comunidad .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Macrolocalización del proyecto .....	6
Figura 2: Microlocalización del proyecto .....	7
Figura 3: Ciclo hidrológico .....	10
Figura 4: Agua subterránea y pozos .....	11
Figura 5: Tipos de acuíferos.....	11
Figura 6: Cuenca hidrológica.....	16
Figura 7: Línea de conducción y red de distribución .....	94
Figura 8: Análisis de presiones y velocidades de la red.....	98
<i>Figura 9: Perfil de presiones de la red de distribución.....</i>	<i>101</i>
Figura 10: Análisis de presiones y velocidades de la red.....	102
Figura 11: Análisis de laboratorio del agua .....	105

## ABREVIATURAS

### SIGLAS

ANA	Autoridad Nacional del Agua
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 del 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
MACPM	Manual de Administración del Ciclo del Proyecto
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINSA	Ministerio de Salud
MTI	Ministerio de Transporte e Infraestructura
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización no gubernamental

### UNIDADES DE MEDIDA

Cm	Centímetros
Gl	Galones
Gpm	Galones por minuto



Gppd	Galones por persona por día
Hf	Perdidas por fricción
HI	Perdidas localizadas
Km	Kilómetro
Lppd	Litros por persona por día
Lps	Litros por segundo
Lts	Litros
Mm	Milímetros
m/seg	Metros por segundos
M	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	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 nefelométricas 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
PVC	Cloruro de polivinilo
SAAP	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable



## **I. GENERALIDADES**

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

El agua es un elemento indispensable en la vida de los seres humanos, y contar con este servicio es uno de los componentes que determina el desarrollo y calidad de vida de las familias. Para ello es necesario tener dicho servicio en cantidad y calidad para favorecer al desarrollo socioeconómico, a su vez es uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentan las comunidades del sector rural en nuestro país, que generalmente se encuentran en condiciones desfavorables, y carecen de un acceso razonable al suministro de agua.

El presente estudio para el diseño de un sistema de agua potable se localiza en la comunidad El Mojón, la cual se ubica en las coordenadas 13° 22' 18.7" latitud norte y 86° 25' 50.8" longitud oeste, a 6 kilómetros de la ciudad de Condega, cabecera municipal del municipio del mismo nombre, en el departamento de Estelí. Hasta la fecha la comunidad cuenta con una población de 230 habitantes, que se distribuyen en 1.28 kilómetros cuadrados, según datos recolectados en censo.

Actualmente, la comunidad El Mojón se abastece de un mini acueducto por bombeo eléctrico, aprovechando una fuente subterránea a través de un pozo excavado, no obstante, el sistema presenta un servicio ineficiente, que no cubre las necesidades de la población de acuerdo a la norma del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados NTON 99-001 (INAA). En consecuencia, las personas tienen que utilizar dos pozos existentes en la comunidad y otras prefieren acudir a la comunidad vecina.

Por tanto, con este estudio se pretende realizar el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), el cual tomará en cuenta las condiciones actuales, las que serán determinadas por un análisis demográfico, hidrogeológico y topográfico, de manera que la población logre abastecerse, de forma permanente y sostenible en el marco de un manejo adecuado de la microcuenca donde se localiza la fuente de abastecimiento de agua potable.

## **1.2 Antecedentes**

La comunidad El Mojón, perteneciente al municipio de Condega departamento de Estelí, fue fundada en los años 60 y en sus inicios contaba con al menos tres casas, sin embargo, el acelerado crecimiento de urbanización con el pasar del tiempo ha generado un aumento de la población, por lo que actualmente existen 54 viviendas, y la población se estima de 230 habitantes.

La comunidad cuenta con una escuela primaria, un preescolar y una capilla católica, también con el servicio de energía eléctrica, lo que hizo posible la ejecución del proyecto anterior de agua potable; esta comunidad no cuenta con un centro de salud, ni con transporte público. Para recibir atención médica los pobladores deben viajar a pie a la ciudad de Condega, la cual se localiza a 6 km de distancia.

En el año 2008 se instaló un sistema de agua potable por bombeo eléctrico, dirigido por la alcaldía municipal de Condega y financiado por una ONG Austriaca, así mismo hubo un aporte de la comunidad El Mojón. Con este proyecto se instalaron unos 45 puestos de agua, en alguno de ellos se benefician entre tres y cuatro viviendas; para abastecer el sistema de agua potable se instalaron dos tanques con capacidad de almacenamiento de 10,000 litros cada uno, los que se llenaban en 3 horas con un caudal estimado de 3.7 lps.

No obstante, el acueducto antes mencionado desde el año 2012, hasta la fecha no ofrece los servicios esperados, por lo que hay un permanente desabastecimiento de agua potable, existen además problemas operacionales en la red, a causa del bajo caudal, el cual se estima en 0.077 lps, según la entrevista realizada al comité de agua. Así mismo existen problemas en el sistema de pago, debido al aumento de la tarifa eléctrica. Finalmente, el sistema mencionado no cumple con los estándares descritos en la normativa nacional del INAA.

### **1.3 Justificación**

El crecimiento poblacional en la comunidad El Mojón, la cual haciende actualmente a 230 habitantes, ha generado serios problemas operacionales en el sistema de agua potable a causa del aumento de la demanda, de un mini acueducto que fue diseñado para 45 beneficiarios, en consecuencia, no cumple con la dotación y consumo previstas en la norma nacional, la cual establece una dotación de 50 a 60 lppd, establecido en la norma técnica del INAA.

También, debido a la reducción gradual de la fuente de abastecimiento del sistema, según el CAPS, los dos tanques de almacenamiento actualmente se llenan en dos días, por lo que el servicio se ha reducido a 15 o 20 minutos y se ofrece día de por medio, lo que ha obligado a acudir al poblado “Los Mapachines” en busca de agua para satisfacer las necesidades diarias de los hogares. La escasez de agua también los ha obligado a utilizar dos pozos que fueron excavados a mano por los habitantes de la comunidad.

Además de las limitaciones antes mencionadas, el asentamiento comunal se ha dispersado geográficamente con nuevas viviendas, situación que dificulta la prestación de los servicios de agua potable; debido a la expansión de la red, las distancias entre usuarios han provocado problemas operacionales por la baja presión y poco caudal ofertado. La red en su conjunto no ha recibido mantenimiento desde su construcción.

Por lo anterior las familias tienen que buscar otras alternativas para abastecerse de agua como se indicó anteriormente, no obstante, el agua presenta contaminación microbiológica, la cual se asocia a múltiples enfermedades tales como, diarreas frecuentes en infantes y parasitosis generalizada en toda la población, según el censo realizado.

El gobierno en el marco de la política social en materia de agua y saneamiento está haciendo mayor énfasis en el sector rural tradicionalmente ignorado. El derecho al agua y saneamiento de todos los nicaragüenses en la zona rural está consignado en

la Ley 722 “Ley especial de comités de agua potable y saneamiento”, lo cual refuerza las acciones que deben impulsarse al amparo de la mencionada ley, donde los entes institucionales deben propiciar la coordinación para los estudios en diseño y construcción de sistemas de agua potable en el medio rural.

Las mencionadas acciones además contribuirán a dar cumplimiento al artículo 9 de la “Ley 620 Ley general de aguas nacionales”, que establece: *que se debe priorizar el agua a todos aquellos proyectos y obras que ayuden a garantizar en calidad, cantidad y sostenibilidad del recurso hídrico para consumo humano, priorizando a aquellos sectores urbanos y rurales que nunca han gozado de este derecho humano básico* (ANA, 2010).

En este contexto se propone realizar el diseño de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), con la coordinación de las autoridades del municipio de Condega, lo cual busca dar cumplimiento a las demandas de la comunidad El Mojón y a su vez someterse a lo establecido en la legislación nacional, tanto en materia de normativa técnica como en políticas de agua y saneamiento.

Se espera tener como producto final todos los instrumentos técnicos, planos y diseños, especificaciones técnicas y presupuesto, para que la alcaldía del Municipio de Condega pueda construir un mini acueducto por bombeo eléctrico de alta calidad para su construcción y la prestación de servicios.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de mini acueducto por bombeo eléctrico, en la comunidad El Mojón del municipio de Condega, departamento de Estelí.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Determinar las características demográficas de la población de la comunidad El Mojón, a través del estudio socioeconómico.
2. Calcular la proyección de la demanda de agua potable de la población de la comunidad El Mojón, tomando como referencia la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON), normas actualmente vigentes en el país.
3. Realizar levantamiento topográfico del área de estudio y procesar la información altiplanimétrica presentando los planos correspondientes para el diseño de los componentes.
4. Realizar estudio hidrogeológico de la microcuenca donde se localiza la fuente de abastecimiento para la población de la comunidad El Mojón que forma parte de la sub cuenca del Rio Pueblo Nuevo.
5. Realizar el diseño hidráulico de los sistemas que componen un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), para el abastecimiento de agua potable en la comunidad El Mojón, que incluye memoria de cálculos, planos y tablas de especificaciones técnicas.
6. Realizar una evaluación ambiental del impacto del sistema de agua potable de la comunidad El Mojón.
7. Elaborar el presupuesto del estudio para la ejecución de la obra aplicando la guía de costos unitarios del FISE.

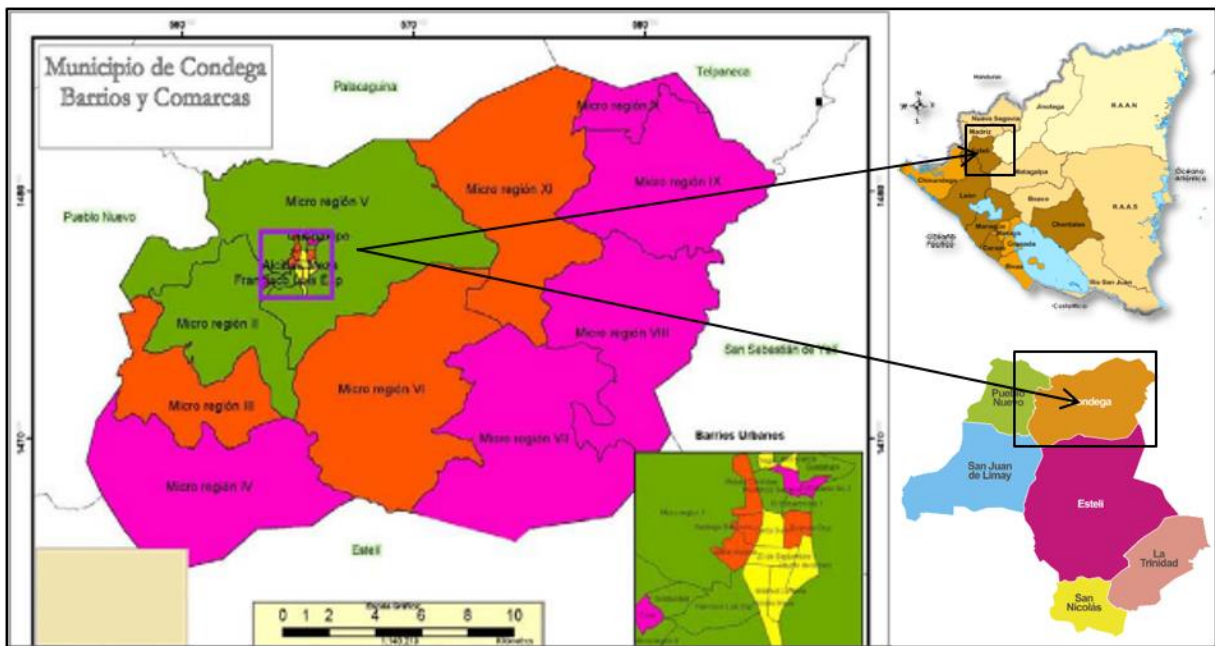
## 1.5 Características del área de estudio

### 1.5.1 Referencia geográfica

#### 1.5.1.1 Macrolocalización

El municipio de Condega está ubicado en la región norte central del país, en el extremo noreste del departamento de Estelí, al que pertenece administrativamente; a una distancia de 38 km de la cabecera departamental, Estelí y a 185 km de Managua, capital del país. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 13° 21' latitud norte y 86° 23' longitud oeste.

Figura 1: Macrolocalización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Su extensión territorial es de 398 km<sup>2</sup> y su población es de 34,625 habitantes, el municipio está subdividido en 10 microrregiones; limita al norte con los municipios de Palacagüina y Telpaneca pertenecientes al departamento de Madriz, al sur con el municipio de Estelí; al este con el municipio de San Sebastián de Yalí, que pertenece al departamento de Jinotega y al oeste con los municipios de Pueblo Nuevo y San Juan de Limay.



### 1.5.1.2 Microlocalización

El proyecto se desarrollará en la comunidad de El Mojón a una distancia de 6 km aproximadamente al noreste de la ciudad de Condega, en el departamento de Estelí. Esta comunidad pertenece a la V microrregión, localizada en las coordenadas 13° 22' 18.7" latitud norte y 86° 25' 50.8" longitud oeste.

Figura 2: Microlocalización del proyecto



Fuente: Alcaldía municipal de Condega

### 1.5.2 Relieve

El Mojón presenta una topografía general moderadamente escarpada. Las altitudes varían desde los 547 msnm a los 964 msnm, con una pendiente promedio del 16.79 %, en una superficie de 1.28 km<sup>2</sup>.

### 1.5.3 Clima

En términos generales el municipio presenta un clima de sabana tropical que tiene sus variaciones según su altitud. Las temperaturas medias son cálidas y oscilan entre 22.6°C y 24.2 °C. La zona presenta una precipitación promedio anual que va de los 800 hasta los 900 mm anuales, por lo que se caracteriza como zona seca. En

este sitio la vegetación más abundante es de arbustos menores, es en general un área muy desforestada.

#### **1.5.4 Suelos**

Por sus características y condiciones de sub-zona seca y topográficas, el área de la sub-cuenca presenta una vocación forestal y pecuaria, sin embargo, los pobladores han convertido pocas áreas en suelos agropecuarios.

Como en la mayoría de las comunidades rurales de Nicaragua, esta zona está caracterizada por la presencia de pequeños productores con prácticas agrícolas tradicionales cultivando: frijoles, maíz, así como crianzas de animales (vacuno, cerdos y gallinas) para su subsistencia, lo cual aceleran los procesos de erosión y aumentan considerablemente el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.

Sin embargo, la comunidad cuenta con una política de cero talas de bosques, pues ellos están encargados de cumplir este acuerdo hecho con el MARENA.

#### **1.5.5 Principales actividades económicas.**

La principal actividad económica en la comunidad El mojón es la agropecuaria, donde se pueden mencionar las siguientes actividades: prácticas agrícolas tradicionales como el frijol y maíz, la crianza de animales para subsistencia tales como ganado, cerdos y gallinas.

#### **1.5.6 Vías de acceso, y transporte.**

La carretera Panamericana en su recorrido por el municipio, es la única vía pavimentada y se encuentra en buen estado, esta cruza la ciudad de Condega de norte a sur en una longitud de 2.3 km, y que se conecta con un camino terciario de todo tiempo, con una longitud de 6 km.



## **II. MARCO TEÓRICO**

## **II. MARCO TEÓRICO**

En este acápite se abordarán los aspectos teóricos que sustentan los principales conceptos relacionados con el agua potable y el diseño de acueductos como medio para el abastecimiento del vital líquido; especialmente se hará énfasis en los documentos institucionales los cuales proporcionan las normas de diseño y construcción de obras relacionados con sistemas de agua y saneamiento.

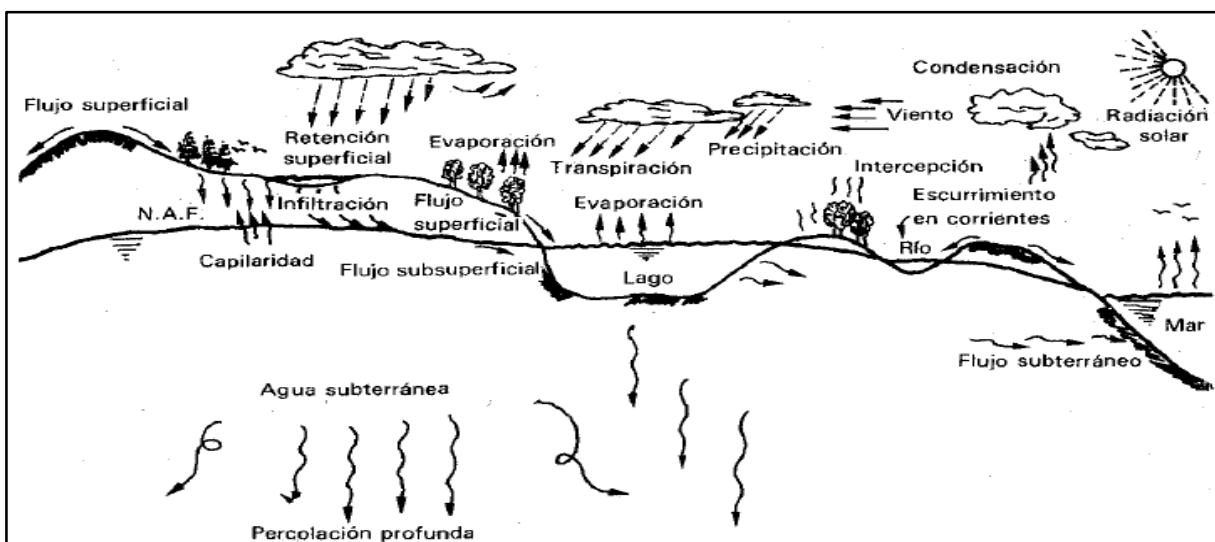
### **2.1 Ciclo hidrológico**

Consiste en la circulación continua de humedad y agua sobre nuestro planeta; como todo ciclo no tiene principio ni fin. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación.

Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega a los océanos, otra es absorbida y transpirada por las plantas (Aparicio Mijares, 1989).

El movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas; la primera al sol, que proporciona la energía para elevar el agua del suelo, al evaporarla; la segunda, la gravedad, que hace que el agua condensada precipite y que una vez sobre la superficie, o bajo ella, discurra hacia las zonas bajas (Villodas, 2008).

Figura 3: Ciclo hidrológico



Fuente: Fundamentos de Hidrología de superficie, Aparicio Mijares

### 2.1.1 Agua subterránea

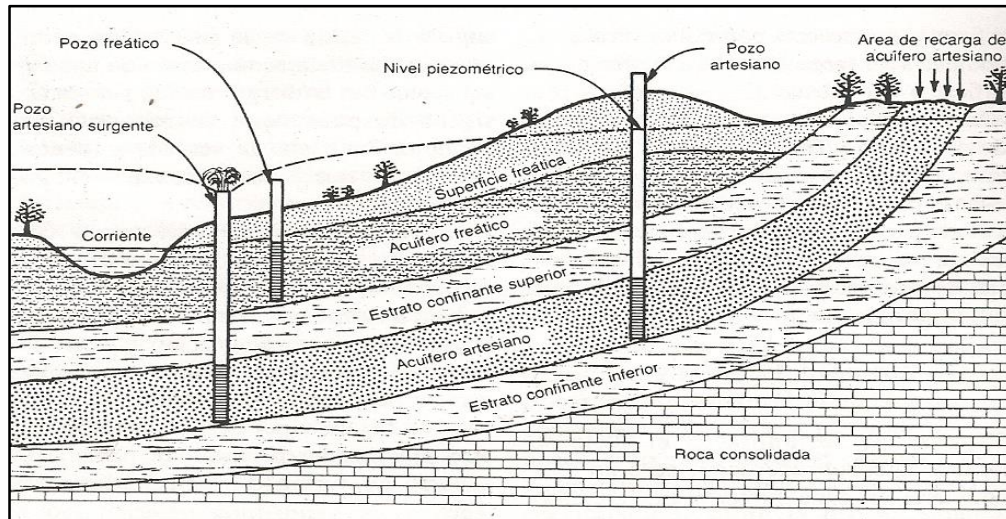
De acuerdo con (Morán, 2016), el agua que se infiltra profundamente en el subsuelo, puede ser obligada a descender por la fuerza de la gravedad, hasta que alcance el nivel de la zona de saturación que constituye el depósito de agua subterránea y que abastece de la misma a los pozos.

Además, (Villón Béjar, 2002) señala que el agua subterránea ocupa todos los vacíos dentro del estrato geológico, comprende toda el agua que se encuentra por debajo del nivel freático.

Las aguas subterráneas provienen de la infiltración directa en el terreno de las lluvias, o indirectas de ríos o lagos; por medio de este proceso el agua penetra en las capas superiores del suelo, mientras que la percolación es el movimiento del agua en las capas del subsuelo. Si el nivel del agua superficial está por encima del nivel freático (influyente) se produce un aporte a las aguas subterráneas, por el contrario, si el nivel de las aguas superficiales, está por debajo del nivel freático (efluente), se produce un aporte a las aguas superficiales, es por esto que se tienen las corrientes perennes, a pesar de que no se produzca precipitación (Villón Béjar, 2002).



Figura 4: Agua subterránea y pozos



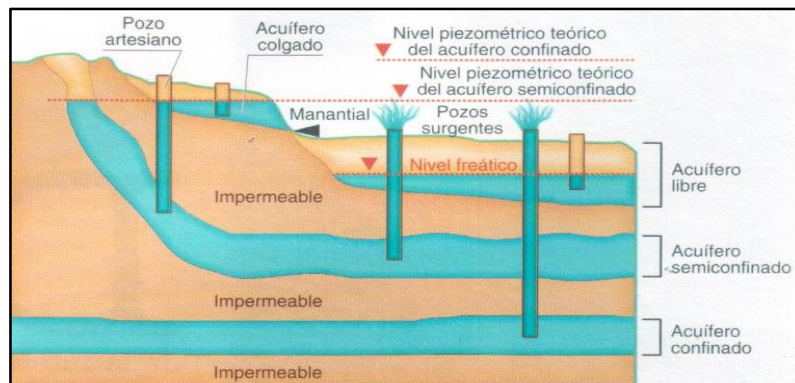
Fuente: Johnson SCREMS

### 2.1.1.1 Acuíferos

Las formaciones que contienen y transmiten agua del subsuelo reciben el nombre de acuíferos. Es la parte saturada del perfil del suelo y que contiene la facilidad de almacenar el agua. El perfil del suelo está formado de sedimentos no consolidados o débilmente consolidados, depositados horizontalmente o simplemente estructurados, con fines hidrogeológicos estas capas se clasifican en: permeables, semipermeables e impermeables (Villón Béjar, 2002).

### 2.1.1.2 Tipos de acuíferos

Figura 5: Tipos de acuíferos



Fuente: Google imágenes

## **1. Acuífero libre**

Llamado también acuífero freático o capa freática, es una formación permeable saturada limitada en su parte inferior por una capa impermeable. El límite superior está formado por la tabla de agua, la que se encuentra en equilibrio con la presión atmosférica. El agua en un acuífero libre se llama agua freática o libre.

## **2. Acuífero confinado**

Un acuífero confinado es una formación permeable completamente saturada de agua y cuyos límites superiores e inferiores son capas impermeables. En los acuíferos confinados, la presión del agua en ellos, es generalmente mayor que la atmosférica, por tal razón, el agua en pozos que penetra en tales acuíferos permanecen por encima del nivel superior de las capas permeables. Por este motivo al perforar pozos que atraviesen el límite superior del material que constituye el acuífero, se observa que el nivel del agua asciende muy rápido hasta que se estabiliza en el nivel piezométrico. El agua de un acuífero confinado se denomina agua confinada o agua artesisiana.

## **3. Acuífero semiconfinado**

Es una formación permeable saturada, cuyo límite superior está constituido por una capa semipermeable y cuyo límite inferior puede ser una capa impermeable o semipermeable. En la capa superior se encuentra la tabla de agua, cuya altura difiere a menudo de la carga piezométrica y al agua confinada en la capa permeable.

Constituyen una variedad de los confinados, y se caracterizan por tener el techo (parte superior) y/o la base (parte inferior) sellado por materiales que no son totalmente impermeables, que corresponde a un material que permite una filtración vertical que alimenta muy lentamente al acuífero principal. En estos casos, habrá situaciones en los que la recarga podrá hacerse en ambos sentidos en función de la diferencia de potencial.

Los acuíferos son explotados a través de varios tipos de captaciones, entre las cuales, las más comunes son:

- a) Pozos profundos: perforados a través de muchas técnicas y generalmente requieren de grandes equipos de perforación.
- b) Aljibes: son pozos poco profundos, generalmente excavados a mano y algunas veces revestidos en piedra, ladrillo o cemento.
- c) Manantiales: son exposiciones naturales de las aguas subterráneas en superficie y que son aprovechados directamente, sin necesidad de grandes obras.

La elección de alguna de estas formas de acceder a los acuíferos dependerá tanto de las características hidrogeológicas de la zona en particular, como de las necesidades de abastecimiento del agua y de las condiciones socioeconómicas de la región.

Una de las grandes ventajas de las aguas subterráneas es que generalmente son de buena calidad para consumo humano por estar protegidas naturalmente por capas de suelos o rocas que tienen la capacidad para atenuar, retardar o retener algunos contaminantes, además de ser menos susceptibles que las aguas superficiales a cambios climáticos.

#### **4. Acuífero semilibre**

Este tipo de acuífero es una forma intermedia entre el tradicional, acuífero semiconfinado y el acuífero libre. La importancia de estos acuíferos reside en los efectos que causan en los acuíferos superiores vecinos, a tal extremo que llegan a modificar sustancialmente la naturaleza de la recarga en cantidad y dirección.

##### **2.1.2 Humedad del suelo**

Por encima de la tabla de agua o superficie freática el contenido de agua del suelo, generalmente decrece con el incremento de la altura, al agua de esta zona no saturada se le llama humedad del suelo (agua gravitacional o agua vadosa) (Villón Béjar, 2002).



### **2.1.3 Distribución sub superficial del suelo**

Para comprender las manifestaciones del agua subterránea, se requiere estudiar la distribución vertical de esta dentro de los materiales geológicos sub-superficiales o formaciones.

Cuando se realiza la perforación de un pozo a suficiente profundidad, se hallará luego de un cierto tiempo agua, la cual subirá hasta cierto nivel. Este nivel de equilibrio donde la presión hidrostática en el agua igualada a la presión atmosférica tiene una serie de denominaciones, entre otras: superficie freática, tabla del agua subterránea, nivel freático, nivel de agua subterránea, superficie libre de agua o capa freática (Villón Béjar, 2002).

### **2.1.4 Infiltración**

Para (Morán, 2016), la infiltración es la cantidad de agua en movimiento que atraviesa verticalmente la superficie del suelo producto de la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares, ésta cantidad de agua quedará retenida en el suelo, reponiendo la humedad, recargado los acuíferos y manteniendo el caudal de los ríos durante los periodos de estiaje.

La lluvia del comienzo es retenida en la cobertura vegetal como intercepción, en las depresiones del terreno como almacenamiento superficial. Conforme continúa la lluvia, el suelo se cubre de una delgada capa conocida como detención superficial y el flujo comienza pendiente abajo hacia los cursos, lo que constituye la es correntía superficial. Inmediatamente debajo de la superficie tiene lugar la escorrentía subsuperficial y las dos escorrentías, la superficial y la subsuperficial, constituyen la escorrentía directa. La infiltración es el paso del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior de la tierra; la percolación es el movimiento del agua dentro del suelo y ambos fenómenos, la infiltración y la percolación, están íntimamente ligados puesto que la primera no puede continuar sino cuando tiene lugar la segunda. El agua que se infiltra en exceso de la escorrentía - subsuperficial puede llegar a formar parte del agua subterránea, la que eventualmente puede llegar a los cursos de agua.

#### **2.1.4.1 Factores de infiltración**

La capacidad de infiltración depende de muchos factores. Los principales son: el tipo de suelo, el contenido de materia orgánica, el contenido de humedad, la cobertura vegetal y la época del año. De aquellas características del suelo que afectan la infiltración la porosidad es posiblemente la más importante. La porosidad determina la capacidad de almacenamiento y también afecta la resistencia al flujo. La infiltración tiende a aumentar con el aumento de la porosidad. El aumento en el contenido de materia orgánica también tiende a aumentar la capacidad de infiltración, debido sobre todo a que produce un aumento en la porosidad. La infiltración, para un mismo tipo de suelo, es menor en un suelo húmedo que en un suelo seco y esta disminución es más notoria en los momentos iniciales. De este modo la curva de infiltración sufre un cambio.

#### **2.1.4.2 Método de Porchet**

También conocido como método del nivel constante o cilindro excavado; es un método bastante sencillo, pues consiste en realizar la prueba de infiltración in situ, por medio de una excavación, para ser llenado con agua y definir la tasa de descenso o velocidad de infiltración de la columna de agua en el tiempo, introduciendo en la excavación una cinta métrica para tal fin.

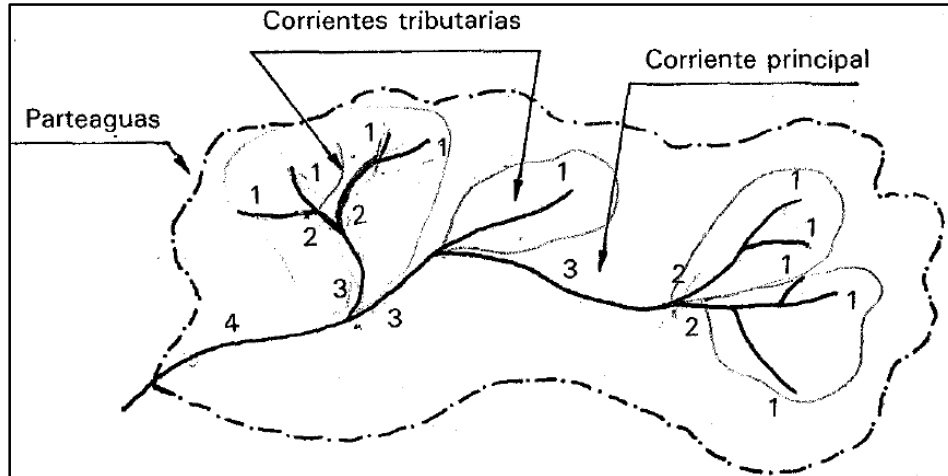
Las pruebas se realizan en un suelo no saturado. Este método permite calcular el coeficiente de permeabilidad  $k$ .

### **2.2 Cuenca Hidrográfica**

De acuerdo con la legislación nacional en la (ANA, 2010) se establece que, una cuenca es la unidad del territorio, que está delimitada por una línea imaginaria que marca los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde escurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye en forma superficial, subsuperficial y subterránea, hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor inferior, a través de una red hidrológica de cauces que convergen en uno principal.

La cuenca hidrográfica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas por microcuencas.

Figura 6: Cuenca hidrológica



Fuente: Fundamentos de Hidrología de superficie, Aparicio Mijares

### 2.2.1 Microcuenca

Según el documento (Análisis de escenarios de desarrollo y plan indicativo de ordenamiento territorial ambiental para la región occidental de la cuenca del canal de Panamá, 2004) define a la microcuenca como unidades geográficas que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Los procesos asociados al recurso agua tales como escorrentía calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc., normalmente se analizan sobre esas unidades geográficas.

También en el artículo 12 la (ANA, 2010) señala que, una microcuenca es la mínima unidad territorial de drenaje dentro de una cuenca y tributaria de una subcuenca.

### 2.2.2 Parámetros morfométricos

Según el Manual para la revisión de estudios hidrotécnicos de drenaje menor (MTI, 2008), se presentan a continuación las siguientes definiciones relacionadas con los parámetros morfométricos de una microcuenca:

### **2.2.2.1 Área**

Es la zona en la cual las aguas superficiales están delimitadas por su divisoria topográfica (parteaguas), este parámetro permite establecer una clasificación entre diversas cuencas en orden a su tamaño.

### **2.2.2.2 Forma**

#### **1. Índice de alargamiento**

Se considera como la longitud máxima del cauce principal y su ancho máximo medido perpendicularmente. Cuando este factor converge a la unidad se considera poco alargado.

#### **2. Índice de compacidad**

Se contempla como la razón entre el perímetro de la cuenca, que es la misma longitud del parteaguas y la circunferencia ya que según los estudios de Gravelius se considera que el círculo inscrito posee la misma área de la cuenca que se estudia. Estos valores de coeficiente no pueden ser menores a 1, de manera que esta tienda a converger a la unidad los volúmenes de agua serán mayores.

#### **3. Coeficiente de forma**

Se refiere a la relación existente entre el área promedio de la cuenca y su longitud, desde su origen hasta el punto de cierre. Este coeficiente no puede ser menor que la unidad, mientras más converja a este valor se considera menos achatada.

### **2.2.2.3 Drenaje**

#### **1. Orden del cauce**

Es la jerarquización de los afluentes de un río, los cuales se clasifican de la siguiente manera; una corriente de orden uno es un tributario sin ramificaciones, dos corrientes de orden uno forma una de orden dos, dos corrientes de orden tres forma una de

orden cuatro, etc. Y así sucesivamente, este índice indica el grado de estructura de la red de drenaje.

## **2. Densidad de drenaje**

Refleja controles topográficos, se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca entre el área de esta. Este valor es proporcional a la extensión de la cuenca. Para un valor alto de densidad corresponden grandes volúmenes de escurrimiento la que producirá ascensos de las corrientes, se puede considerar valores próximos o máximos a 0.5 km/km<sup>2</sup>, los cuales indican eficiencia en la red de drenaje.

### **2.2.2.4 Relieve**

#### **1. Longitud del cauce principal**

Se refiere a la medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida. Influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos

#### **2. Pendiente del cauce principal**

Esta se determina con el desnivel entre el punto más elevado y más bajo del río y luego dividiendo entre la longitud del mismo, indica el grado de respuesta de una cuenca a una tormenta, está pendiente varía a lo largo del cauce.

## **2.3 Estudio socioeconómico**

Según (Rodríguez, 2010), es importante desarrollar este tipo de estudios, ya que a través de ellos se recopila información destinada a conocer sus características sociales y económicas; las necesidades de los sectores sociales, así como proyección y sus capacidades de pago.

El (FISE, 2007), en el manual de administración del ciclo del proyecto – MACPM, destaca una serie de aspectos que genera las información socioeconómica:

- a) Verifica usuarios beneficiarios.
- b) Procesa y analiza Encuestas de Beneficiarios
- c) Recoge información sobre la forma y costo del abastecimiento actual.
- d) Recoge información sobre los aportes comunitarios.
- e) Verifica la voluntad o disposición al pago de los beneficiarios.
- f) Estima los ingresos por vivienda beneficiaria.
- g) Estima la tarifa que puede ser pagada por el servicio.
- h) Evalúa la sostenibilidad económica del proyecto.
- i) Verifica situación de saneamiento (eliminación de excretas).

## **2.4 Proyección de la población**

Es uno de los factores determinantes en los proyectos de abastecimiento de agua, con ello se proyecta el número de personas que será usuarias de los servicios de agua potable y el dimensionamiento de los elementos que constituyen el sistema. La normativa (INAA, 1999), recomienda utilizar el método geométrico, aritmético o gráfico de tendencia, mientras que el INIDE recomienda los métodos prorrateo y gráfico de tendencia. La selección de métodos depende principalmente de la naturaleza de la población sea esta en área urbana o rural.

### **2.4.1 Cálculo de la población**

El cálculo del crecimiento poblacional se puede realizar de forma geométrica que supone que la población aumentará a una tasa constante, para determinar la capacidad potencial de consumidores, de no contarse con datos de población al inicio del periodo de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios (INAA, 1999).

### **2.4.2 Dotación**

Para determinar los valores a dotar en proyectos de agua potable rural se utiliza los datos de consumo de agua establecidos en la norma, y de esta forma cuantifican las cantidades de agua que se requiere satisfacer la demanda inmediata y futura.

La norma (INAA, 1999), establece que la demanda es la cantidad de agua por persona por día, dependiendo de los siguientes parámetros:

- a) Nivel de servicio adoptado
- b) Factores geográficos
- c) Factores culturales
- d) Uso de agua

También se debe de tomar en cuenta:

- a) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignarán un caudal de 30 a 40 lppd.
- b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.
- c) Para los pozos excavados a mano y pozo perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

### **2.4.3 Consumo**

Es la cantidad de agua que utiliza un grupo cualquiera, este consumo estará en proporción del número de habitantes y además considera el uso de agua en las actividades comerciales, industriales e institucionales, el valor es expresado en litros por habitantes por día (lppd) en el caso de la demanda domiciliaria, mientras que en los demás actores de consumo se expresan como un porcentaje de consumo. La variación de consumo máximo diario y horario también se incluye en los cálculos para el dimensionamiento de la capacidad de obras de captación, línea de conducción (líneas de impelencia) y red de distribución y tanques de almacenamiento (INAA, 1999).

#### **2.4.3.1 Tipos de consumo**

A continuación, se presentan los tipos de consumo mencionados en la norma nacional del INAA “Norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del Agua”:

## **1. Consumo medio**

Consumo promedio de los consumidores diario durante un año de registro y es la base para la estimación del caudal máximo diario y horario.

## **2. Consumo máximo horario**

Representa el día de mayor consumo en el año. Este caudal es el que debe de aportar como mínimo la fuente de abastecimiento y es el que debe de llevar la línea de conducción y con el que se calcula la capacidad de la plata potabilizadora y el tanque de regulación

## **3. Consumo máximo horario**

Es la hora máxima de consumo del día y se representa en una hora durante un año completo

### **2.5 Levantamiento topográfico**

El (INAA, 2005), plantea que, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes de las condiciones del terreno para una ejecución posterior bien ubicada, y así determinar elevaciones a tomar en cuenta por los puntos estimados a transitar por la red; de manera que el diseño tenga constancia en la distribución del agua y permita un buen funcionamiento.

El proyectista deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico a realizar, la Red Geodésica Nacional, tanto en el levantamiento planimétrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el INETER. El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (Control Geodésico de la Red Nacional).



## **2.6 Sistema de abastecimiento de agua potable**

Un sistema de agua potable tiene por objetivo proporcionar un sistema eficiente, considerando que el agua tenga la calidad, cantidad y continuidad para satisfacer las necesidades.

### **2.6.1 Componentes de sistema de agua potable**

Un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), se compone de los siguientes elementos: fuente de abastecimiento (generalmente un pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, depósito y red de distribución (INAA, 1999).

#### **2.6.1.1 Fuente de abastecimiento**

Encargada de suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado, también esta debe de brindar condiciones de calidad necesario para garantizar la potabilidad de la misma.

El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado establece los siguientes criterios de aceptación de un pozo perforado:

- a) El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- b) El caudal de explotación de bombeo estará en función de un periodo de bombeo de mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- c) El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).

### **2.6.1.2 Estación de bombeo**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en: caseta de protección de conexiones eléctricas o mecánicas, conexiones de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba o motor) y el tipo de energía.

#### **1. Caseta de control**

Se diseña de mampostería reforzada acorde un modelo típico tipo FISE, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

#### **2. Fundaciones de equipos de bombeo**

Se diseña de acuerdo a las dimensiones y características del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días

### **2.6.1.3 Línea de conducción**

Es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto del máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras necesarias para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para la tubería, tomándose 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.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, por gravedad y por bombeo.

## **1. Línea de conducción por gravedad**

Se dispone para transportar el caudal requerido abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta de aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario.
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 metros por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 60 metros, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

## **2. Línea de conducción por bombeo**

Para la aplicación de este tipo se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción en el conducto. Deberá considerarse lo siguientes:

- a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen William u otra similar.
- b) Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con  $K= 0.9$  y  $n= 0.45$ )
- c) Se dimensionará para la condición de consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio.
- d) La tubería de descarga deberá ser protegida contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de la bomba.

### **2.6.1.4 Red de distribución**

Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión de diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliares o puestos públicos; para su diseño se considera:

- a) Diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta de aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario.
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

### **2.6.2 Consideraciones de diseño hidráulico del sistema**

Para el proceso diseño, en el cálculo hidráulico ENACAL recomienda la aplicación de la fórmula de Hazen Williams, para la determinación de las pérdidas por fricción; también para realizar cálculos será necesario el uso del software EPANET, puesto en la práctica por esta institución.

Los criterios empleados para la definición de los diferentes elementos que conformaran el sistema han sido tomados en su mayoría de las Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento (NTON 09001- 99 - INAA), así como también de diferentes normas de diseño y criterios de libros de textos reconocidos.

#### **2.6.2.1 Almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar opresiones adecuadas.

### **2.7 Evaluación ambiental**

Con forme el (Decreto 76-2006 Sistema de evaluación ambiental, 2006), la evaluación ambiental es el proceso que incluye la preparación de estudios, celebración de consultas públicas y que concluyen con la autorización o denegación por parte de la autoridad competente, nacional, regional o territorial. La evaluación ambiental es utilizada como un instrumento para la gestión preventiva, con la finalidad de identificar y mitigar posibles impactos al ambiente de planes, programas,

obras, proyectos de conformidad a este decreto y que incluye: la preparación de estudios, consultas públicas, y acceso a la información pública para la toma de decisión.

## **2.8 Presupuesto**

Valoración económica de un producto o servicio. Se basa en la previsión del total de los costos involucrados en la construcción de la obra incrementados con el margen de beneficio que se tenga previsto (Razura, 2012).

### **2.8.1 Costo**

El costo es el valor que representa el monto total de lo invertido, tiempo, dinero y esfuerzo para comprar o producir un bien o un servicio. Dentro de este podemos encontrar los llamados costos directos, indirectos y unitarios que a continuación se detallan (Razura, 2012).

#### **2.8.1.1 Costos directos e indirectos**

Se define como costo directo la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la realización del proceso. En cambio, los costos indirectos es la erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto, pero en el cual no se incluye mano de obra, materiales y equipo

#### **2.8.1.2 Costos unitarios**

Es aquel en el que el importe de la remuneración p pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto terminado.



### **III. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **III. DISEÑO METODOLÓGICO**

En este acápite se abordaron los aspectos metodológicos que se implementaron para alcanzar los objetivos propuestos en este estudio. Como fuentes primarias de datos se realizó un recorrido in situ para el reconocimiento del área en estudio, así como la identificación de la cobertura del proyecto y la posible línea de conducción y red de distribución.

También se realizó un censo y entrevistas con el fin de conocer la situación socioeconómica, así como la problemática relacionada al deterioro del actual mini acueducto.

Se utilizaron los datos del raster japonés ALOS PALSAR, con los cuales se creó la cartografía y vectores geométricos necesarios para calcular los escurrimientos superficiales; con los datos meteorológicos del INETER se realizaron los cálculos pertinentes a la hidrología que afecta la zona de estudio. Además, utilizando el software EPANET se realizó el balance de la red de distribución de agua potable.

Los resultados de los dos primeros objetivos y el sexto, fueron de carácter evaluativo, la propuesta de diseño se basó en los resultados obtenidos de los objetivos tres, cuatro y cinco. Por otra parte, en el último objetivo se detalla los requerimientos financieros para la construcción del mini acueducto.

#### **3.1 Tipo de estudio**

Esta investigación es de tipo de alcance descriptivo y de campo con enfoque mixto, ya que se recopilaron y procesaron datos cuantitativos y cualitativos, a través de encuestas, guías de observación, análisis de datos topográficos, hidrológicos y de calidad de agua, así como revisión bibliográfica sobre abastecimiento de agua potable de tipo MABE.

## **3.2 Actividades por objetivos**

A continuación, se presentan actividades y procesos metodológicos realizados en cada tarea, las que se llevaron a cabo con la finalidad de crear acciones coherentes para el cumplimiento del objetivo propuesto.

### **3.2.1 Estudio socioeconómico**

#### **3.2.1.1 Análisis de encuesta socioeconómicas**

En relación a los aspectos socioeconómicos de las familias, se analizaron rasgos de interés relacionados a la influencia que ejercen la población objetivo del estudio sobre los recursos naturales de la microcuenca en estudio, como son población, género, vivienda, problemas y demanda de agua, servicios básicos, aspectos organizativos y condiciones de salud, así como información general del área del proyecto.

Esta actividad se basó en el levantamiento de un censo a cada una de las viviendas previamente localizadas, y paralelo a ello la encuesta socioeconómica, a fin de que los datos obtenidos representen la situación actual.

Para la recopilación de esta información, se tenía pensado realizar una encuesta, pero dada la cantidad de usuarios, fue necesario la aplicación de un censo a las 57 viviendas de la comunidad El Mojón, técnica que sirvió como base para conocer la demanda actual, que corresponden a un total de 230 pobladores a servir; para ellos se tomó en consideración la tabla siguiente establecida en el manual MACPM del FISE, basada en el número de viviendas de la población a beneficiar.



Tabla 1: Censo y encuesta socioeconómica

<b>No. Viviendas por comunidad (rangos)</b>	<b>% De viviendas a encuestar</b>
1 – 150	100%
151 – 200	75%
201 – 300	50%
301 >	30%

Fuente: Manual de administración del ciclo del proyecto - FISE

El censo se llevó a cabo con la aplicación de un cuestionario socioeconómico que está previsto en el manual MACPM del FISE, que se muestra en el anexo II, el cual se realizó a cada una de los jefes de familia de las viviendas a beneficiar.

Realizada ambas metodologías, se precedió a realizar el análisis de los datos por medio del software Excel, con el que se determinaron valores de frecuencia expresados de forma porcentual de cada uno de los ítems y que se mostraron por medio de gráficos de pastel.

### **3.2.1.2 Entrevistas**

Para realizar las entrevistas se seleccionaron dos personas, considerando aquellas que ejercen cargos representativos en la comunidad, cuyos datos se muestra a continuación:

1. Líder de comunidad:

Nombre: Felipe Morales

Identificación: 162-030953-0001V

2. Responsable comité de agua

Nombre: Calixto Jesús morales Rojas

Identificación: 162-181056-0002U

### 3.2.2 Proyección de la población

#### 3.2.2.1 Proyección de la población

Para los cálculos de proyección de la población futura, se utilizó el método geométrico, el cual es recomendado por la NTON 09001-99, se utilizó una tasa de crecimiento del 2.5%, ya que esta comunidad posee un crecimiento estabilizado, así como área de extensión futura casi nulas; a continuación, se presenta la ecuación utilizada:

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (1)$$

Donde:

P<sub>n</sub>: Población del año “n”

P<sub>0</sub>: Población al inicio del período de diseño

r: tasa de crecimiento en el periodo de diseño

n: años de proyección

Respecto a la población inicial se partió del valor obtenido del censo comunitario realizado casa a casa, la proyección se realizó con un valor de 20 años atendiendo a los parámetros de diseños establecidos por el INAA, para periodos de diseño económicos según los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

#### 3.2.2.2 Cálculo de la demanda

Basándonos en el valor de proyección de la población obtenido con la actividad descrita en el inciso anterior, y teniendo la dotación establecida por el INAA, en la norma para el diseño de abastecimiento para el medio rural, que establece que para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd, se procedió al cálculo de la demanda.

$$CPD = Pob * Dotación$$

(2)

Donde:

CPD: caudal promedio diario

Pob: población proyectada

Dotación: dotación según la norma

Una vez conocido el valor de la dotación, se le aplicaron los distintos factores de consumo diario y de hora máxima.

#### 1. Demanda del máximo día

En este caso se utilizó en 150%.

#### 2. Demanda de la hora máxima

Para obtener este valor de demanda máxima horaria se aplicó el 250% de la demanda promedio diario (DPD).

Tales factores sirvieron para obtener los caudales necesarios para el diseño hidráulico de la línea de conducción al tanque y para la red de distribución.

### **3.2.3 Levantamiento topográfico**

#### **3.2.3.1 Levantamiento topográfico**

Esta actividad se realizó mediante un receptor GPS, con este instrumento se ubicaron las coordenadas y elevación de los puntos de partida en la estación total marca Sokkia cx 105, para posteriormente radiar los puntos de la red existente. Luego, apoyados con las coordenadas obtenidas de la estación total se procedió a descargarlas a la computadora en un formato de extensión TXT, para luego ser procesados mediante AutoCAD y CivilCAD 2014, se determinaron las curvas de nivel y se trazó la línea de conducción y la red de distribución.

### **3.2.3.2 Especificaciones de los planos**

Las dimensiones de las láminas serán ser las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior se formará un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizarán los dibujos. Las láminas deberán llevar dibujada la dirección Norte-Sur.

Las escalas utilizadas fueron ser las siguientes:

1. Ubicación general, 1:5000
2. Planta general, 1:1000
3. Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50 Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

### **3.2.4 Estudio hidrogeológico**

Seguidamente, se describen las principales actividades y métodos utilizados para alcanzar el primer objetivo del estudio:

#### **3.2.4.1 Estimación de parámetros morfométricos**

Con base a los datos geográficos proporcionados por el raster ALOS PALSAR (AP\_27571\_PLR\_F0260\_RT1.dem), cuyo modelo de elevación digital tiene una precisión de 12.5 m, los cuales fueron procesados mediante el uso de Global Mapper, con el que se obtuvieron los vectores que sirvieron para delimitar y estimar las áreas de las microcuencas encontradas, así como para estimar la geometría y red de drenaje de las mismas. Además, se usó el software QGis, para editar y presentar datos espaciales, y para analizar el número de orden del sistema de drenaje de cada microcuenca estudiada.

El resultado del análisis espacial permitió la diferenciación de cuatro unidades de drenaje microcuencas, lo que facilitó el estudio de cada una, pudiendo identificar su

efecto en la zona de desarrollo del proyecto de agua potable en la comunidad de El mojón.

Las ecuaciones utilizadas para determinar de los parámetros morfométricos son las siguientes:

1. Área: Fueron calculadas en formato vectorial, a través del software QGIS.

2. Forma:

a) Índice de alargamiento (Ia)

$$Ia = \frac{Lm}{L} \quad (3)$$

Donde:

Ia: índice de alargamiento

Lm: longitud máxima de la cuenca, m

L: ancho máximo de la cuenca, m

b) Índice de compacidad:

$$Ic = Kc * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (4)$$

Donde:

Kc: coeficiente de compacidad, 0.28

P: perímetro de la cuenca (longitud de la línea de parteaguas), m

A: área de la cuenca, m<sup>2</sup>

c) Coeficiente de forma

$$Kf = \frac{A}{l^2} \quad (5)$$

Donde:

$\bar{I}$  = Ancho promedio del área de captación, m

$l$  = Longitud de la cuenca, m

$A$  = Área de captación,  $m^2$

### 3. Drenaje:

#### a) Densidad de drenaje

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (6)$$

Donde:

$L$ : longitud de las corrientes efímeras, intermitentes y perennes de la cuenca, m

$A$ : área de la cuenca,  $m^2$

### 4. Relieve:

#### a) Pendiente del cauce

$$S = \frac{H}{L} \quad (7)$$

Donde:

$S$  = pendiente media del cauce

$H$  = Desnivel entre los puntos más bajo y más alto, para el caso 100m

$L$  = longitud del cauce

### 3.2.4.2 Cálculo del balance hídrico

Una vez, obtenido los datos meteorológicos de precipitación y evaporación de la estación meteorológica del INETER, identificada con el código 45050 de la ciudad de Condega, cuyos valores están recopilados de manera mensual, a partir del año de 1990 hasta el 2013, se realizó lo que a continuación se describe.

#### a) Cálculo del escurrimiento superficial

Se calculó el escurrimiento máximo para 5, 25 y 50 años de retorno con el método racional, posteriormente se calculó el volumen de escurrimiento, del cual se obtuvo la lámina de esorrentía directa, llamada también precipitación efectiva.

La ecuación utilizada fue la siguiente:

$$Q = 0.278CIA \quad (8)$$

Donde:

C: coeficiente de escurrimiento

I: intensidad de la precipitación, mm/h

A: superficie en ha.

El coeficiente de escurrimiento se tomó del manual de conservación de suelos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH), actualmente SAGARPA. A partir de dichos valores y basados en las áreas de uso de suelos descritas en el mapa de uso de suelos del anexo, se estimaron los coeficientes de escurrimiento ponderados para cada área de drenaje.

Los datos de intensidad correspondiente a los años 1981 al 2016 de la estación de Condega, se obtuvieron de INETER, seguido, se estimaron los periodos de retorno según la metodología de Gumbel, descrita posteriormente.

b) Estimación de infiltración

Esta actividad se realizó en dos etapas, una a nivel de gabinete y otra con una prueba de campo (anexo VII):

En la fase de gabinete se utilizó la ecuación del balance hídrico, que se describe a continuación:

$$P = I + S + E + F + P_n \quad (9)$$

Donde:

P: Lluvia total, mm

I: Intercepción, mm

S: Almacenamiento desde el suelo, mm

F: Infiltración

P<sub>n</sub>: Escorrentía directa o lluvia neta

Basado en la ecuación del balance hídrico y considerando el caudal máximo de escurrimiento se obtuvo el volumen total de escurrimiento del que posteriormente se estimó la escorrentía directa. Este último valor se introdujo a la ecuación de balance hídrico para deducir la cantidad de precipitación retenida, la cual teóricamente representa el agregado de la infiltración, retención y evaporación.

Para tener un mejor conocimiento del proceso de infiltración en la zona, se realizó una prueba de permeabilidad utilizando el método de Porchet; a continuación, se describe la ecuación utilizada en el análisis.

$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \left( \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R} \right) \quad (10)$$



Donde:

F: infiltración, cm/s

R: Radio, cm

h1: Altura inicial, cm

h2: Altura final, cm

t1: tiempo inicial

t2: tiempo final

Se realizó utilizando el siguiente procedimiento:

1. Se ubicó el sitio en la microcuenca número dos, cuyas coordenadas son por ser la de mayor superficie, por lo que es la que más incide en la disponibilidad de recursos hídricos de la comunidad y donde se ubican el mayor número de pozos.
2. Se realizó limpieza del terreno donde se llevó a cabo la prueba.
3. Se procedió a excavar un agujero con dimensiones de 0.63 m de profundidad, con diámetro de 0.26 m.
4. Seguidamente, se niveló la entrada del orificio lo cual se hizo con cuerda, estaca y niveleta. Esto con la finalidad de tener lecturas más precisas.
5. Se llenó el agujero con agua limpia.
6. Se realizaron lecturas del cambio de niveles cada 10 mín. utilizando cinta métrica.
7. Para cada nueva lectura se realizó un relleno del agujero.
8. El tiempo total del ensayo tuvo una duración de una hora, de la que se obtuvieron 6 lecturas.

c) Medición de niveles estáticos del agua en los pozos

Con la finalidad de conocer los niveles freáticos en el sistema de agua subterránea se realizó la medición de los niveles estáticos de agua en 7 pozos encontrados en la zona del estudio, los cuales se ubican en las microcuencas dos, tres y cuatro.

La medición se realizó con la ayuda de una cinta métrica, con lo cual se obtuvo el valor del nivel del agua con relación al nivel del terreno natural. Para tener una mejor medida este proceso se realizó dos veces para comprobar la veracidad de los datos.

#### d) Curvas IDF

Como se indicó anteriormente los datos de intensidad de la precipitación se obtuvieron de la estación de Condega y fueron proporcionados por INETER. A partir de los datos mencionados se estimaron los periodos de retorno para 5, 25 y 50 años con el método de Gumbel que a continuación se describe:

1. Utilizando una hoja de cálculo se procedió a estimar el promedio y la desviación estándar de una serie de 36 filas y 7 columnas las cuales corresponden a intensidades de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360 mín./h respectivamente.
2. Se calculó el parámetro  $\alpha$  de Gumbel, según la ecuación siguiente:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S \quad (11)$$

Donde:

S: desviación estándar

3. Se calculó el parámetro  $\mu$  de Gumbel

$$\mu = \bar{x} - 0.522 \alpha \quad (12)$$

Donde:

$\bar{x}$  : media aritmética

$\alpha$ : parámetro de Gumbel

4. Se calculó la serie de probabilidades desde 0.01% hasta el 99.9%, utilizando la ecuación siguiente:

$$T_r = \frac{100}{P}$$

( 13)

Donde:

Tr: Tiempo de retorno, en años

P: probabilidad porcentual de ocurrencia del evento

5. Se calculó la serie de la variable Gumbel YT para cada probabilidad de ocurrencia, según la ecuación siguiente:

$$Y_t = -\ln(-\ln(1 - p))$$

( 14)

Donde:

YT: Variable Gumbel

P: probabilidad decimal de ocurrencia

6. Se estimaron la serie para las diferentes intensidades de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360 mín./h respectivamente, para lo cual se utilizó la ecuación siguiente:

$$X_T = \mu + \alpha Y_T$$

( 15)

Donde:

XT: Intensidad ajustada según Gumbel en mm/h

$$\mu = \bar{x} - 0.522 \alpha$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S$$

$$Y_T = -\ln(-\ln(1 - p))$$

7. Finalmente tomando los resultados de inciso 6 se construyeron tres curvas IDF

para 5, 25 y 50 años de retorno respectivamente.

Los datos obtenidos de INETER, se tabularon y analizaron utilizando las ecuaciones anteriores a través del software Excel, así mismo se procedió a la elaboración de los gráficos de las curvas IDF.

### **3.2.5 Diseño del sistema de agua potable**

#### **3.2.5.1 Realizar el aforo de la fuente a utilizarse para el agua potable**

Para conocer la disponibilidad de agua en la zona y el caudal de dos de los pozos ubicados en la microcuenca dos, que sirvió para comparar su volumen con la demanda, fue necesario realizar un aforo, el que se llevó a cabo a través del método volumétrico, que consistió en tomar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente con volumen conocido; dicha prueba se realizó 3 veces y se tomó el promedio aritmético del volumen, para ello se utilizó la ecuación:

$$Q = \frac{V}{T} \quad (16)$$

Donde:

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

v: volumen (m<sup>3</sup>)

t: tiempo (seg)

#### **3.2.5.2 Sistema de impulsión, la red de distribución y almacenamiento.**

##### **1. Línea de Conducción por bombeo**

Para el diseño de la línea de conducción del pozo a los tanques se consideró el caudal de la demanda máxima diaria en un tiempo de 12 horas de bombeo. Además, la longitud de la tubería se tomó del estudio topográfico. Con estos valores se calculó la pérdida de carga por fricción y locales por accesorios, en estos últimos utilizando la longitud equivalente en la línea de conducción, utilizando la ecuación de Hazen Williams. Con la ecuación de Bernoulli se calculó la pérdida de carga total

$$hf = 10.67 \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.87}} \right) \quad (17)$$

Donde:

Hf: Pérdida de carga en m

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de rugosidad para PVC 150

D: Diámetro de la tubería en m

L: longitud en metros

A demás, para la determinación del diámetro más económico, se aplicó la fórmula de Bresse, donde para ella se utilizan los datos k = 0.9 y n = 0.45:

$$D = k(Q)^n \quad (18)$$

Donde:

D = metros

Q = m<sup>3</sup>/s

Tanto para la aplicación de la ecuación de Hazen Williams como de Bernoulli se utilizó el software EPANET.

a) Golpe de ariete

Para el cálculo de golpe de ariete se tomó en consideración que línea de conducción será de PVC SDR-26, con 2" de espesor, las fórmulas utilizadas son las siguientes:

Celeridad de Avielli:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_o \frac{D}{e}}} \quad (19)$$

Donde:

C: Celeridad o velocidad de la onda, m/seg

K: Coeficiente de módulo de elasticidad, 0.5

D: Diámetro interno de tubería, m

e: espesor del tubo, m

Tiempo de cierre:

$$T = \frac{2 * L}{C} \quad (20)$$

Donde:

L: Longitud hasta el depósito, m

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad, m/seg

T: Fase o periodo de cierre, s

Sobrepresión:

$$ha = \frac{C * V}{g} \quad (21)$$

Donde:

C: Celeridad

V: Velocidad, m/seg

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

## 2. Red de distribución

a) Trazado de la red

1) Se trazó tomando como referencia los puntos y distancias según el levantamiento topográfico de la red existente.

2) Teniendo el levantamiento se realizó el trazado de la red en AutoCAD, para

exportarlos al software Epanet, a través de EpaCAD.

b) Nodos concentrado

Se realizó por medio del método del caudal unitario.

c) Simulación

Para la simulación se realizó en dos partes, primeramente, la red con el CMH y otra sin CMH, para visualizar la caracterización del sistema. En el diseño de la red de distribución, se tomaron en consideración las siguientes criterios y ecuaciones de diseño:

- 1) Se utilizó un caudal de diseño correspondiente al consumo máximo horario, el cual se calculó según lo indicado en el inciso de cálculo de la demanda.
- 2) A demás, se consideró una red abierta, por las características de la comunidad y distribución espacial de las viviendas.
- 3) Para el diseño hidráulico de la red se aplicó la formula siguiente utilizando el software EPANET:

$$H = \left[ \frac{SeQe - SfQf}{2.85(Qe - Qf)} \right] L \quad (22)$$

Donde:

H: Pérdidas por fricción en metros

Qe: Caudal entrante en el tramo en gpm

Qf: Caudal de salida al final del tramo gpm

Se: Pérdidas en el tramo correspondiente Qe en decimales

Sf: Pérdidas en el tramo correspondiente Qf en decimales

L: Longitud del tramo en metros

### 3. Almacenamiento

El diseño de la capacidad del tanque de almacenamiento se basó en el cumplimiento de los siguientes criterios de diseño, recomendados por el INAA:

- a) Volumen compensador: el volumen necesario para compensar las variaciones de consumo horario, cumplen el 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: utilizado para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en la línea de conducción u obras de captación, se aplicó el 20% de consumo promedio diario.

#### **4. Calidad del agua**

En cuanto a la calidad físico - química y bacteriológica del agua, la NTON09 003-99 establece que, para proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan presentar un riesgo para la salud de la comunidad, deberán seguir las siguientes instrucciones:

- a) La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliformes total, coliformes fecal, olor, sabor y color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrogeno y conductividad.
- c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano, deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigentes aprobadas por INAA y MINSA.

#### **5. Tratamiento y desinfección**

Con el objetivo de contribuir al mejoramiento y corregir la calidad del agua, para poder convertirla en potable, se partió de los valores obtenidos de la actividad anterior, la NTON09 003-99 propone como uno de los métodos para desinfectar el agua mediante tratamiento químico

a la sustancia más usada, económicamente y con mejor control y seguridad que se puede aplicar al agua para tal fin como es el cloro.



Para el cálculo de la dosis a utilizar de hipoclorito se utilizaron las siguientes ecuaciones:

a) Cálculo de la dosificación de cloro por día

$$\boxed{Vol. \text{ cloro} = 0.012 * \text{CMD} * d} \quad (23)$$

b) Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio

$$\boxed{Vol. \text{ h. Calcio} \left( \frac{lb}{\text{día}} \right) = \frac{Vol. \text{ cloro}}{Concentración \text{ comercial}}} \quad (24)$$

$$\boxed{Vol. \text{ h. Calcio} \left( \frac{gr}{\text{día}} \right) = \frac{V. \text{ h. Calcio} \left( \frac{lb}{\text{día}} \right) * 100}{2.2}} \quad (25)$$

c) Cálculo de la solución

$$\boxed{Vol. \text{ solución} \left( \frac{lt}{\text{día}} \right) = \frac{Vol. \text{ h. Calcio} \left( \frac{gr}{\text{día}} \right)}{Concentración \text{ de la solución} * 100}} \quad (26)$$

$$\boxed{Vol. \text{ solución} \left( \frac{gl}{\text{día}} \right) = \frac{Vol. \text{ solución} \left( \frac{lt}{\text{día}} \right)}{3.785}} \quad (27)$$

d) Cálculo de la dosificación

$$\boxed{Dosificación \left( \frac{got}{\text{min}} \right) = Vo. \text{ solución} \left( \frac{lt}{\text{día}} \right) * 100 * \frac{13}{24} / 60} \quad (28)$$

### **3.2.6 Evaluación ambiental**

#### **3.2.6.1 Identificación, predicción y valoración de impactos ambientales**

Para asegurar las opciones de desarrollo bajo consideración ambientalmente adecuadas, para la identificación se ha utilizado el manual (SISGA-FISE, 2000), Sistema de gestión ambiental agua y saneamiento que presenta el FISE, considerado una lista de chequeo simple para la identificación de impactos ambientales.

#### **3.2.7 Presupuesto del proyecto**

El presupuesto se realizará utilizando la metodología de la alcaldía, utilizando los precios unitarios concernientes al año 2018. Dichos precios se aplicarán a la lista de actividades resultantes del diseño.



## **IV. CÁLCULOS Y RESULTADOS**

## IV. CÁLCULOS Y RESULTADOS

En este acápite se reflejan los resultados obtenidos de cada uno de los objetivos propuestos para el estudio de la cuenca y diseño de la red de abastecimiento de agua potable de la comunidad El Mojón.

### 4.1 Estudio socioeconómico

#### 4.1.1 Análisis de encuesta socioeconómicas

Para la recopilación de esta información de campo, fue necesario la aplicación de 57 encuestas socioeconómicas de agua y saneamiento, tomada del manual de administración del ciclo del proyecto del FISE, las cuales fueron efectuadas a lo largo de la comunidad El Mojón.

##### 4.1.1.1 Características de la población

Tabla 2: Características de la población objeto de estudio

Sexo		Edades %		Escolaridad %		Ocupación %	
M	110	1 a 5	11	lletorado	5	Agricultor	6
F	120	6 a 15	18	Básico	64	Jornalero	58
		16 a 25	29	Intermedio	27	Comercio	2
		26 a 35	13	Avanzado	4	Ama de casa	34
		> 36	29				

Fuente: Elaboración propia

En la comunidad de El Mojón existe una población de 230 habitantes, las cuales se aglomeran en 54 viviendas, distribuidas por 110 personas de sexo masculino y 120 del sexo femenino; el rango de edades con más presencia en la zona es de 16 a 25 y mayores de 36 años.

El mayor porcentaje de escolaridad se centra en la educación primaria, donde se pudo encontrar que un 58% de las personas no han completado su primaria, por

ellos poseen un bajo índice de analfabetismo y al menos el 4% de la población ha asistido a la universidad; en el ámbito ocupacional 58% de la población son jornaleros pues trabajan casi a tiempo completo para las fabricas tabacaleras y una minoría de 2% posee pequeños negocios de pulpería en sus casas.

#### 4.1.1.2 Condiciones de vivienda

Tabla 3: Condiciones de vivienda de la comunidad El Mojón

Tenencia %		Material %		Techo %		Divisiones %	
Propia	92	Bloques	57	Zinc	93	No tiene	2
Prestada	4	Ladrillo	37	Teja	7	Dos	43
Alquilada	4	Madera	2			Tres	45
		Adobe	2			Más de tres	10
		Otro	2				

Fuente: Elaboración propia

De las 54 viviendas cesadas se constató que un 92% de las familias tienen casas propias y con un 4% de estas son prestadas y alquiladas; así mismo, a las condiciones que tienen estas viviendas, se aprecia que en los tipos de materiales predomina del tipo adobe con un porcentaje de 57%, luego con 37% mampostería de tipo ladrillo, se puede apreciar que la mayoría de las viviendas se construye de piso de tierra.

En cuanto al tipo de material que se utiliza para cubrir el techo en la comunidad se estimó que el 93% es zinc y el 7% pertenecen al tipo de teja, dichas viviendas poseen en un 45% de ellas tres divisiones y el 2% no tiene divisiones; el 76% están en un estado regular y que el 11% están en mal estado.

#### 4.1.1.3 Situación económica de la familia

Los resultados obtenidos de las 54 casas encuestadas dan que un 50% de población trabaja y el otro 50% realiza labores no remuneradas. El ingreso mensual más alto oscila entre 1,501 y 5,000 córdobas y corresponde al 79% de la población, mientras

que el menor ingreso mensual correspondiente al 10% de la población es entre 1,001 a 1,500 córdobas mensualmente.

Los cultivos que la población de la comunidad del mojón cosecha son: cultivo de maíz con un 46% y frijoles con un 44%, este último llega a conformar ingresos extras para las familias. En la encuesta también se identificó que alrededor del 74% de las familias no cuentan con ganado mayor, siendo notorio además que dichas familias no cuentan con aves de corral y es una minoría la que tiene animales domésticos.

Tabla 4: Situación económica de las familias de la comunidad El Mojón

Trabaja %		Cultivo %		Ingresos %		Ganado %	
Si	50	Otros	10	601 a 1000	11	Si	26
No	50	Frijoles	44	1001 a 1500	10	No	74
		Maíz	46	1501 a 5000	79		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.4 Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

Tabla 5: Sanidad e higiene ambiental de la comunidad El Mojón

Saneamiento %		Energía %	
Si	89	Si	89
No	11	No	11

Fuente: Elaboración propia

Para la disposición final de excretas, 48 familias cuentan con letrinas equivalente a un 89% de las viviendas, de las cuales el 63% se presentan en estado regular, el 23% están malas y sólo el 14% buenas; el 11% de las familias no cuentan con letrinas, realizan sus necesidades en letrinas de sus familiares. También, un 89% de la población cuenta con energía eléctrica y que el 11% no cuenta con el servicio de energía eléctrica.

Además, debido a la falta de red de alcantarillado sanitario, la totalidad de las familias depositan en el patio las aguas grises producidas en las actividades

cotidianas del hogar. Así mismo, se pudo constatar que en ninguno de los predios se encontraron charcas.

Respecto a los desechos sólidos, según datos brindados, el 98% de las personas recoge la basura y la quema en sus predios y un 2% la entierra, además no se encontró basura ni dentro ni fuera de sus viviendas.

#### 4.1.1.5 Recursos y servicios de agua

Tabla 6: Recursos y servicio de agua en la comunidad El Mojón

Tenencia%		Medio abastecimiento%		Acarreo%		Distancia%	
Si	81	Rio	0	Hombre	35	< 100m	11
No	19	Quebrada	0	Mujer	56	< 500m	17
Llave	81	Otros	100	Niño	9	< 1km	67
Pozo	0					>1km	5
Otro	19						
Cant. Viajes %		Cant. Gln día %		Almacenaje%		Calidad agua%	
1 a 5	86	30 Gln	78	Barriles	66	Buena	50
5 a 10	14	40 Gln	15	Bidones	34	Regular	43
Otros		50 Gln	7			Mala	7

Fuente: Elaboración propia

La comunidad El Mojón cuenta con un sistema de agua potable por bombeo eléctrico (MABE), que fue instalado en el año 2008, dirigido por la alcaldía municipal de Condega y financiado por una ONG Austriaca, del que se benefician 81%, igualmente el mismo porcentaje de personas que se abastecen por medio de puestos públicos, aunque el mencionado servicio no se brinda en forma regular. Existen por tanto un 19% de habitantes que no tiene acceso de agua potable de este sistema.

No obstante, por la incompleta cobertura e irregularidad del servicio de agua potable, la población afectada recurre a la comunidad de Los Mapachines para acarrear agua, actividad que es liderada por las mujeres en un 56%, seguido de los hombres con un 35% y los niños con 9%. Con relación a las distancias recorridas para acarrear agua,

un 67% se traslada a menos de 1 km, un 17% recorre de 500 m, un 11% camina menos de 100 m; no obstante, hay un 5% de habitantes que se desplaza más de 1 km para acarrear agua necesaria.

Debido a la problemática mencionada, el 100% de los habitantes considera necesario el proyecto, el mismo porcentaje está dispuesto a participar en dicho proyecto.

#### 4.1.1.6 Situación de la salud de la familia

Tabla 7: Situación de salud de los población objeto de estudio

Variables	%
Diarrea	26
Tos	0
Resfriados	26
Malaria	2
Dengue	5
Parasitosis	41
Infección renal	0
Otros	0

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la comunidad no existe puesto de salud, los que tienen que viajar al puesto más cercano ubicado en Condega, entre las enfermedades más comunes presentadas en los últimos tiempos están: en un 41% parasitosis, seguido de diarrea y resfriados con 26%, con 5% dengue y con 2% personas que han padecido de malaria.

#### 4.1.2 Entrevistas

##### 4.1.2.1 Entrevista No. 1

El señor Felipe Morales, oriundo del municipio de Pueblo Nuevo con cédula de identidad 162-030953-0001V, es actualmente el líder la comunidad. Él, en los años



que ha vivido en la comunidad El Mojón, ha experimentado los cambios que ésta ha sufrido desde la década de los 60's, cuando solo existían 3 casa hasta la fecha.

Los problemas relacionados con el agua siempre han estado presentes en la comunidad, con el proyecto actual instalado en el 2008 y que actualmente no cumple con los requisitos para los pobladores, sólo funcionó correctamente durante cuatro años, en la actualidad el servicio se presta 1 día de por medio y por sólo 15 minutos, por lo que como promedio algunas familias logran llenar alrededor de 5 galones.

Debido a la constante demanda del agua los pobladores realizan viajes hasta la comunidad más cercana llamada Los Mapachines “las personas se abastecen de agua por pozos que ellos hicieron que son pozos excavados a mano”.

En las zonas altas algunos pobladores llegan a realizar la cosecha de agua durante el periodo de invierno y mantiene la costumbre de ir hasta las riveras del rio para lavar la ropa.

#### **4.1.2.2 Entrevista No. 2**

Don Calixto Jesús Morales Rojas con cédula de identidad 162-181056-0002U es el responsable del comité de agua (CAPS) de la comunidad El Mojón, durante su entrevista destacó citándolo textualmente que “en el año 2008 fue instalado el sistema de agua potable, pero este solo funcionó a su capacidad durante 4 años las 24hr, el pozo es manual con una profundidad menor a los 80 m, y cuenta con 2 tanques de recepción con capacidad de 20,000lts cada uno”.

Actualmente el sistema brinda el servicio día de por medio y tarda alrededor de dos días en llenar los tanques de recepción y no a su capacidad completa. Existen alrededor de 70 viviendas como máximo, así como 45 beneficiarios que cuentan directamente con llaves en sus hogares.

También fue de énfasis por parte del Sr. Calixto que estaban sufriendo alzas en el servicio de energía ya que el sistema continúa trabajando, aunque el agua no este fluyendo por él.

## 4.2 Proyección de la población

Los resultados del censo indican que la tasa de crecimiento comunitario es del 0.98%, inferior a lo establecido por la norma para proyectar la población, por tanto, se tomó la tasa mínima 2.5%, establecida por la norma para realizar la mencionada proyección. Por lo cual la proyección futura resultante a servir para el año 2039, será de 377 habitantes.

Conforme a la proyección anteriormente mencionada y atendiendo al valor propuesto por la norma técnica para comunidades rurales, que establece que para sistemas de abastecimiento de agua potable se dotará de 60 lppd, resultando para esta localidad un total de 0.72 Lps (CPD), para su año de proyección; aplicando los factores de demanda para el dimensionamiento de la capacidad, que son 1.5 de consumo máximo diario (CMD) y 2.5 consumo máximo horario (CMH), afectando al consumo promedio diario anteriormente descrito; se obtuvo el caudal de diseño para la línea de conducción de la bomba al tanque de 1.07 lps y para el diseño de la red 1.79 lps, (tabla 20), los valores finales considerándolos aproximados serían 1 lps para la línea de conducción y 1.80 lps para la red de distribución.

Tabla 8: Proyección de población a 20 años

Año	Pob.	Dotación (lppd)	Consumo domiciliar (lpd)	Consumo público (lpd)	CPD (lpd)	CPD (lps)	CMD (lps)	CMH (lps)	Vol. Almace. (m3)
2019	230	60	13800	1932	15732	0.437	0.66	1.09	13.21
2039	377	60	22620	3167	30944	0.72	1.07	1.79	22

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico de la comunidad, considerando las rutas del sistema de agua potable existente, en el proceso se ubicaron la estación de bombeo, tanque de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución (Plano 5, 6, 7, 8, 9, 10). Los resultados de la línea de conducción y la ubicación del tanque, así

como se presentan los resultados de los 4 tramos de la red de abastecimiento de agua potable actual, se presenta en la Tabla 9.

La longitud total de la línea de conducción (Bomba – Tanque) fue de 414.6660 m y la diferencia de nivel fue de 7.233 m. En la red de abastecimiento las longitudes por tramos fueron, para el tramo Empalme hacia los Mapachines 530.3060 m, Empalme – Escuela de 198.3940 m, Entrada – Empalme de 254.5970 y Empalme hacia el río 626.1660 m (Tabla 9)

Además, se realizaron 5 perfiles que corresponde a tramos de la red de distribución de agua potable.

Tabla 9: Levantamiento topográfico

Descripción del punto	Elevaciones	Distancia	Observaciones
L - 1	2.271	530.306	Empalme - Hacia los Mapachines
B - T	7.233	414.666	Bomba - tanque
L - 2	-0.879	198.394	Empalme - Escuela
L - 3	-8.044	254.597	Entrada - Empalme
L - 4	-19.891	626.166	Empalme - Río

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Diagnóstico del sistema existente

##### 4.4.1 Sistema de bombeo

El sistema de bombeo está compuesto por una bomba sumergible de 1 hp marca Franklin Electric, con tubería de la columna de bombeo de 1 ½" y una tubería de descarga del mismo diámetro. La bomba operaba inicialmente con un caudal de 1.8 lps en el punto de operación óptimo, logrando llenar los dos tanques de 10000 litros cada uno en 3 horas.

Actualmente el sistema funciona por 12 horas según información del operador, esto se debe al abatimiento del pozo y la consecuente disminución del nivel dinámico que

impide el bombeo continuo. La situación antes mencionada inició hace 4 años, y el año pasado en la búsqueda de una solución se optó por incorporar al sistema, el apagado y encendido automático, el cual funciona en dependencia del nivel dinámico del pozo. Esta opción ayudó al operador en la espera para la recuperación del pozo y posterior encendido de la bomba.

No obstante, a pesar de las 12 horas de bombeo que reporta el operador, se encontró en la visita de campo que la bomba sólo opera a intervalos de 2.47 minutos, por lo que el tiempo de bombeo real estimado de bombeo fue de 2.53 horas en el periodo antes indicado.

La operación de la bomba a intervalos de 2.47 minutos, se debe a que el pozo de 19 metros de profundidad tiene muy poco caudal, por lo que, con el descenso del nivel dinámico, el sistema de apagado y encendido automático de la bomba interrumpe el suministro de energía y la reestablece hasta que el pozo se haya recuperado.

Además, para aumentar el tiempo de bombeo en dependencia del abatimiento del nivel dinámico se ha cerrado parcialmente la válvula de compuerta ubicada en la descarga, por lo que la bomba no trabaja en su punto de máxima eficiencia, operando la misma en la zona de bajo caudal y alta presión manométrica.

Por lo anterior, se observó que el sistema de bombeo consume más energía de lo recomendado. Esta situación fue confirmada mediante la facturación emitida por UNION FENOSA, según Calixto Jesús Morales, responsable del CAPS.

De no revertirse la situación antes mencionada, es muy probable que se reduzca la vida útil de la bomba o incluso esta sufra un deterioro rápido, por lo que, es de suma importancia iniciar un proceso de rediseño del sistema de bombeo.

#### **4.4.2 Línea de impulsión**

La línea de impulsión actual de tubería de PVC, SDR 26 y de 1 ½" de diámetro, tiene una longitud de 414.67 m y una diferencia de nivel de 7.23 m. No se observan fugas. La tubería tiene 8 años de estar instalada y operando, según las condiciones de

bombeo indicadas en el inciso anterior. De acuerdo a las observaciones de campo y lo expuesto en este inciso la tubería existente puede seguirse utilizando.

#### **4.4.3 Red de distribución**

La red de distribución actual es de tipo abierta con 4 tramos, tiene longitud total de 1609.46 m, es de tuberías PVC, SDR 26 de 1 ½" de diámetro, que al igual que en la línea de aducción no presenta fugas y tiene 8 años de haberse instalado.

A la red se conectan mediante tuberías de ½" de PVC SCH-40, las acometidas domiciliarias, las cuales no cuentan con medidores.

#### **4.4.4 Tanque de almacenamiento**

El sistema actual cuenta con dos tanques de almacenamiento que están conectados en series, con capacidad para 10000 litros cada uno, con dimensiones de 2.72 metros de altura y con un diámetro de 2.32 metros. La tubería de entrada es de H°G° 1 ½" pulgadas y la salida es de 2" de diámetro, el peso es de 200 kilogramos, posee una compuerta enroscada de acceso para limpieza de 18 pulgadas de diámetro.

Los tanques están colocados sobre una base lisa de concreto reforzado, a los cuales no se les ha realizado limpieza desde su instalación y no poseen un sistema de cloración, están ubicados a una elevación 582.32 msnm y se conectan a la red de abastecimiento con una tubería de PVC 2" SDR 26, con una longitud de 32.73 m.

#### **4.4.5 Acometida domiciliar**

Las acometidas consisten en una válvula de chorro domiciliar única, colocada en el patio de la vivienda. Están conectadas desde la red de distribución, mediante T o abrazadera. Sin embargo, las conexiones domiciliarias que la población de la comunidad de el mojón instaló son de mangueras de polietileno para uso de riego y no de tubos P.V.C como lo indica la norma, además, no están enterradas a totalidad, lo cual esto provoca que la manguera al estar a la intemperie sufra deterioro produciendo pérdidas por fugas de agua.

#### 4.5 Estudio hidrogeológico

El estudio hidrogeológico se enmarca en la zona central en la provincia geológica coyol, dominada por roca volcánica terciaria, donde predominan lavas basálticas, andesíticas y dacíticas, igmimbritas, tobas intermedias y ácidas, rocas piroclásticas y rocas volcano-sedimentarias.

La zona comprende la subcuenca Río Pueblo Nuevo (Mapa 1), la cual tiene un área de 258.22 km<sup>2</sup>, siendo este además tributario del río Estelí, este último drena sus aguas a la cuenca del río coco, que según INETER se identifica como la cuenca número 45, presentada en los mapas oficiales.

El área donde se desarrolló el estudio comprende la comunidad de El Mojón, en la cual inciden cuatro microcuencas, con un área total de 8.74 km<sup>2</sup>, las cuales les confieren las características hidrogeológicas presentes. El material geológico dominante encontrado en todas las microcuencas corresponde a tobas de origen volcánica del periodo terciario, altamente meteorizadas.

Las características anteriores del subsuelo, han permitido el aprovechamiento de las aguas subterráneas a través de pozos excavados a mano (Mapa 10).

A continuación, se presenta en la tabla 10 y mapa 1, un resumen de las mencionadas unidades o microcuencas.

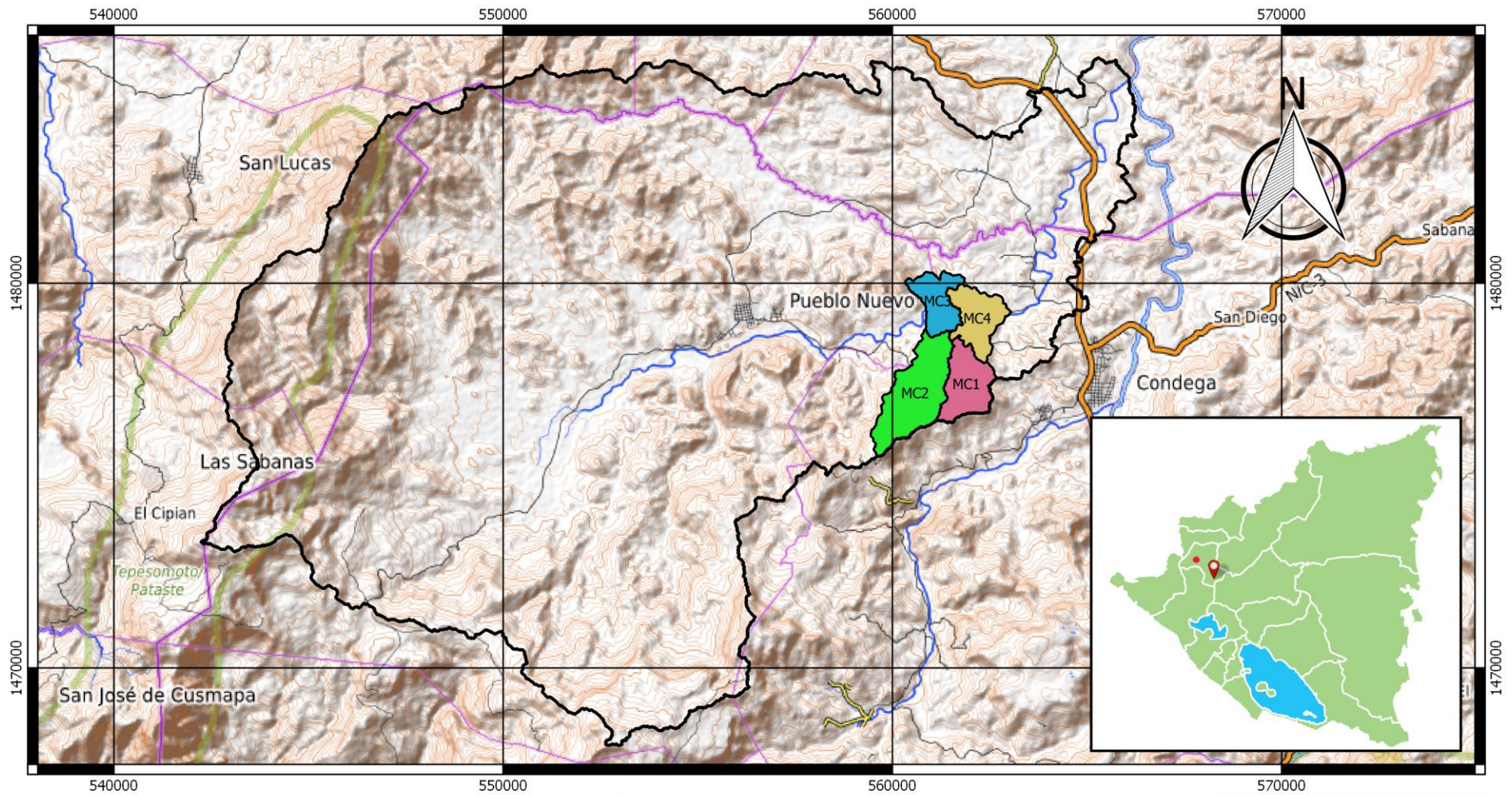
Tabla 10: Índices morfométricos

MC	Área		Perímetro (km)	Longitud máx. (km)	Ancho máx. (km)	Longitud del cauce (km)	Elevación		
	km <sup>2</sup>	ha					H Máx. (m)	H mín. (m)	Desnivel Alti. (m)
MC_4	1.81	181	10.006	1.796	1.008	1.371	729	547	182
MC_3	1.445	144.5	8.805	2.018	0.716	1.945	803	557	246
MC_2	3.479	347.9	12.957	3.448	1.009	4.137	964	557	407
MC_1	2.006	200.6	9.355	2.128	0.943	2.585	814	560	254
<b>TOTAL</b>	<b>8.74</b>	<b>874</b>							

Fuente: Elaboración propia

De manera general puede apreciarse que las microcuencas son alargadas, con formas que van de muy oblongas a rectangulares, como se muestra en el mapa 2, además presenta un orden de corriente que varía de 2 a 5, según la clasificación de Arthur Newell Strahler y Robert E. Horton, reflejado en el mapa 4; las mencionadas microcuencas además presentan un relieve escarpado con pendientes que oscilan entre 10 y 13% (mapa 5), lo que origina un rápido drenaje como respuesta a las precipitaciones, provocando eventualmente erosión, además dependiendo de la magnitud del evento meteorológico podría generar riesgo a la población y a la propiedad.






 **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

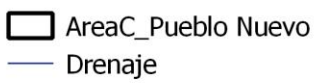
---

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECNA DEL RIO PUEBLO NUEVO**  
**MAPA 1: SUBCUENCA RIO PUEBLO NUEVO**

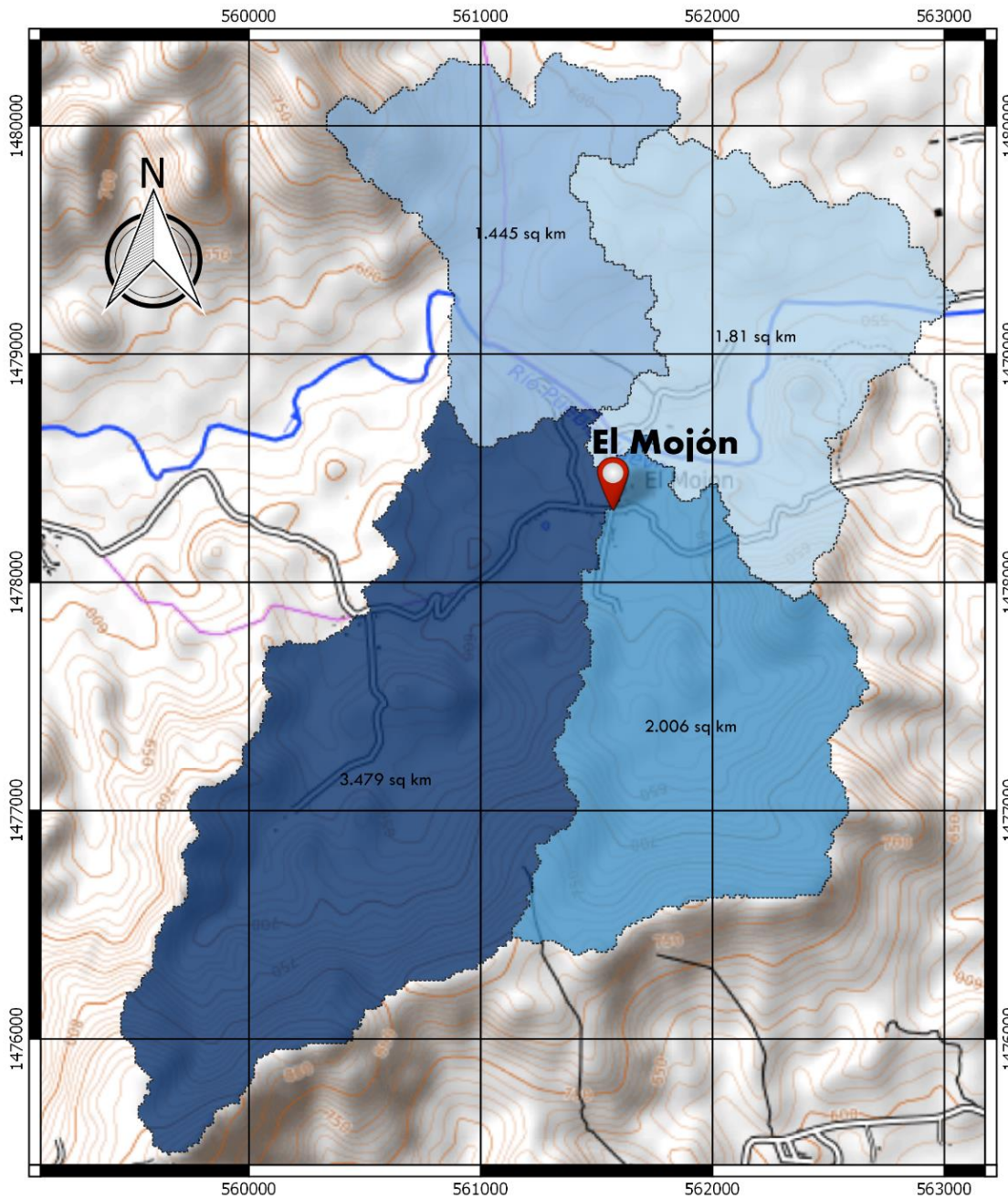
**ESCALA**  
 1000 0 1000 m  




  
 AreaC\_Pueblo Nuevo  
 Drenaje  
 Area\_cuenca  
 MC\_1  
 MC\_2  
 MC\_3  
 MC\_4

Mapa 1: Sub cuenca Río Pueblo Nuevo  
 Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 2: MICROCUENCAS**

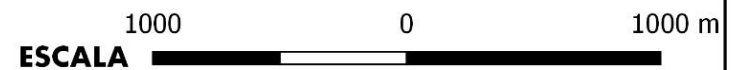
**LEYENDA**

**LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

- Partaguas
- Area\_cuenca**
- 1.445 sq km
- 1.81 sq km
- 2.006 sq km
- 3.479 sq km

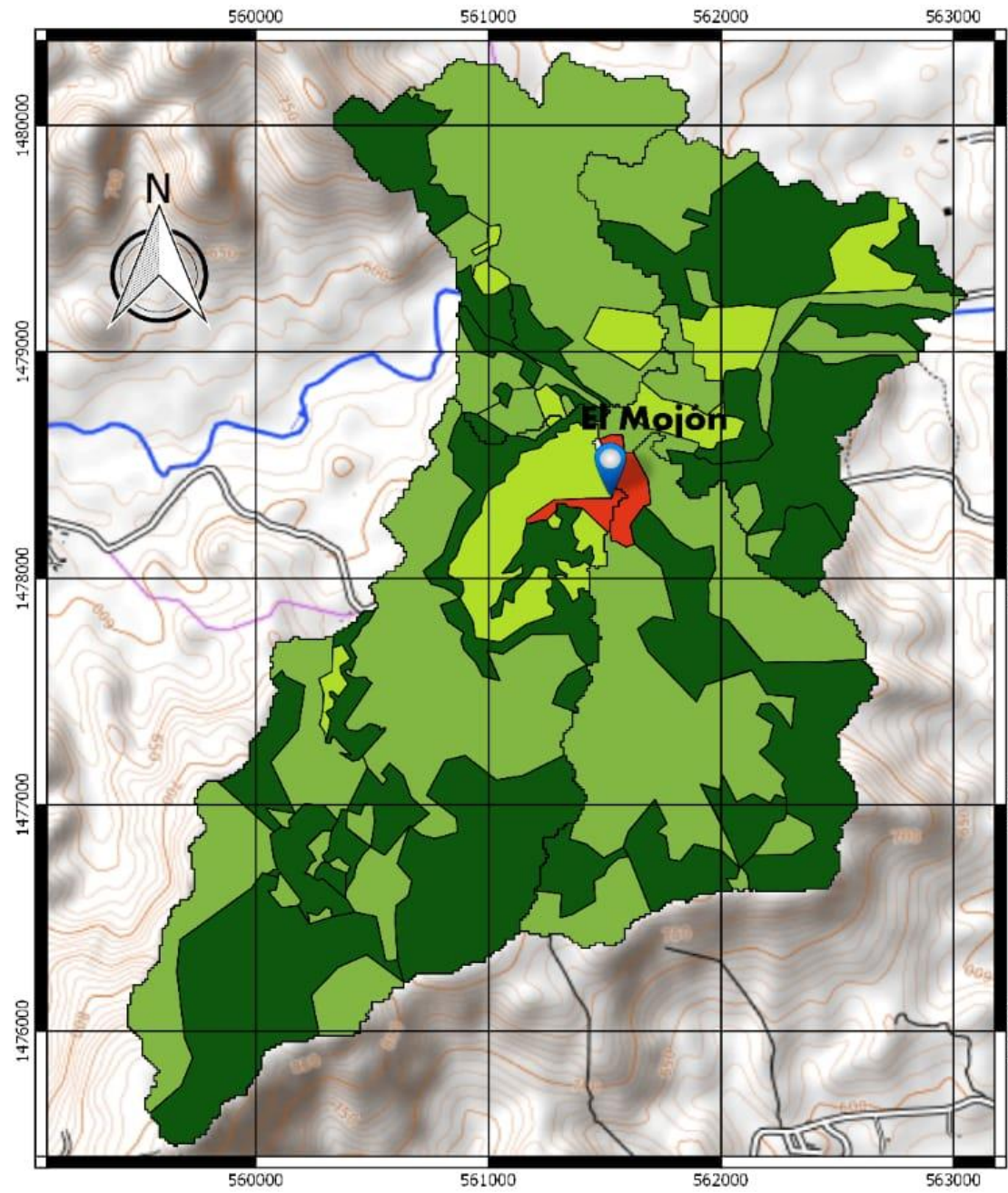


NOMBRE	PERÍMETRO	ÁREA	ELEV MÍN	ELEV MÁX	PEND CUENCA %
MC1	9.355 km	2.006 sq km	560	814	23.46
MC2	12.957 km	3.479 sq km	557	964	23.46
MC3	8.805 km	1.445 sq km	557	803	14.15
MC4	10.006 km	1.81 sq km	547	729	14.56



Mapa 2: Microcuencas

Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUENCA DEL RIO PUEBLO NUEVO**  
**MAPA 9: USO DE SUELOS**

**LEYENDA**

**LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

- Bosque
- Pasto
- Ciudad
- Cultivo



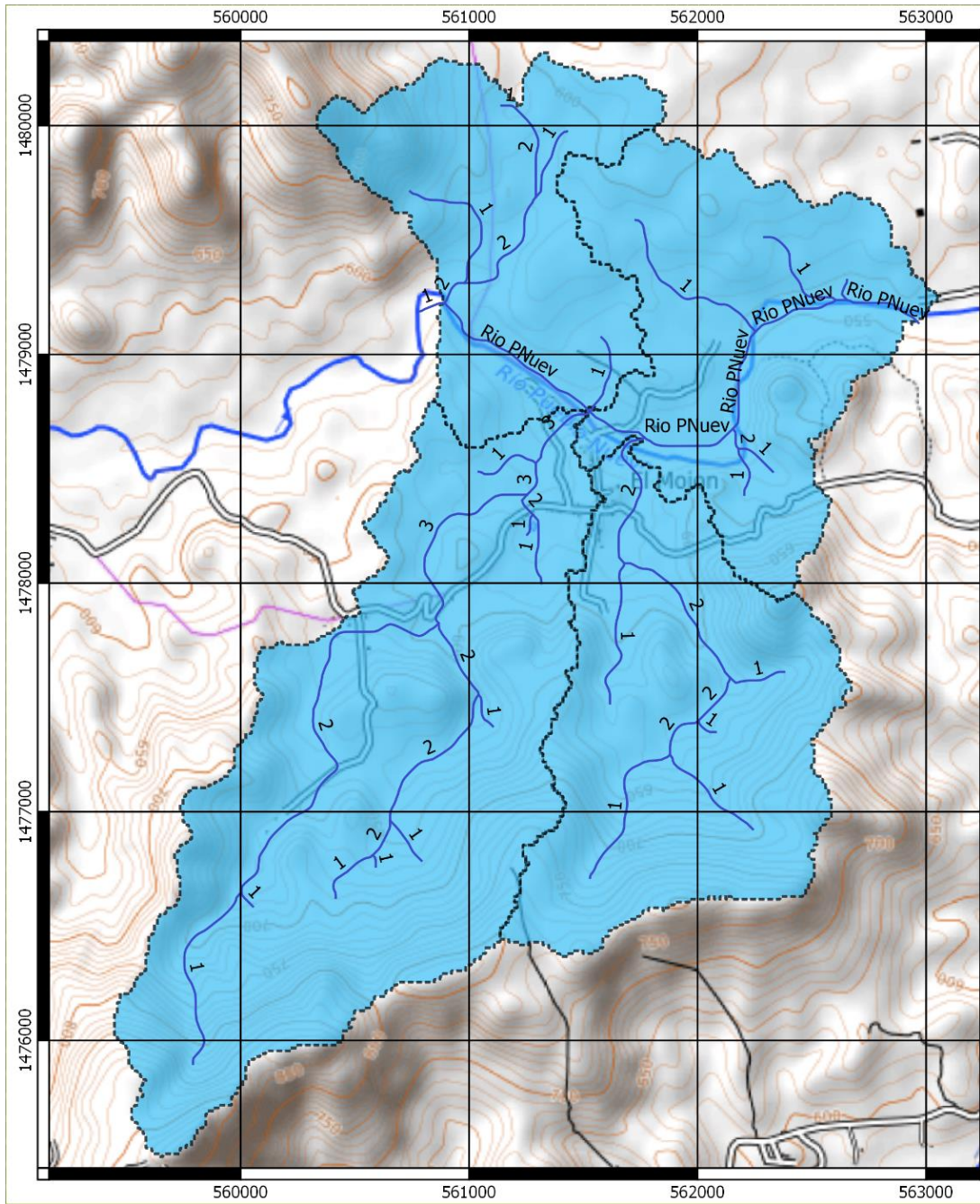
NOMBRE MC	BOSQUE	PASTO	CIUDAD	CULTIVO
MC_1	0,799 km <sup>2</sup>	1,203 km <sup>2</sup>	-	-
MC_2	1,686 km <sup>2</sup>	1,724 km <sup>2</sup>	0,026 km <sup>2</sup>	0,021 km <sup>2</sup>
MC_3	0,320 km <sup>2</sup>	1,024 km <sup>2</sup>	-	0,098 km <sup>2</sup>
MC_4	1,0155 km <sup>2</sup>	0,521 km <sup>2</sup>	0,0096 km <sup>2</sup>	0,254 km <sup>2</sup>



Mapa 3: Uso de suelos

Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**



**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECNA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 3: ORDEN DE CORRIENTE**

**LEYENDA**

**LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

-  Drenaje
-  Partes sencillas



**Drenaje**

**Orden de corriente**

**Río Pueblo Nuevo (Drenaje principal)**

5

**Corrientes tributarias**

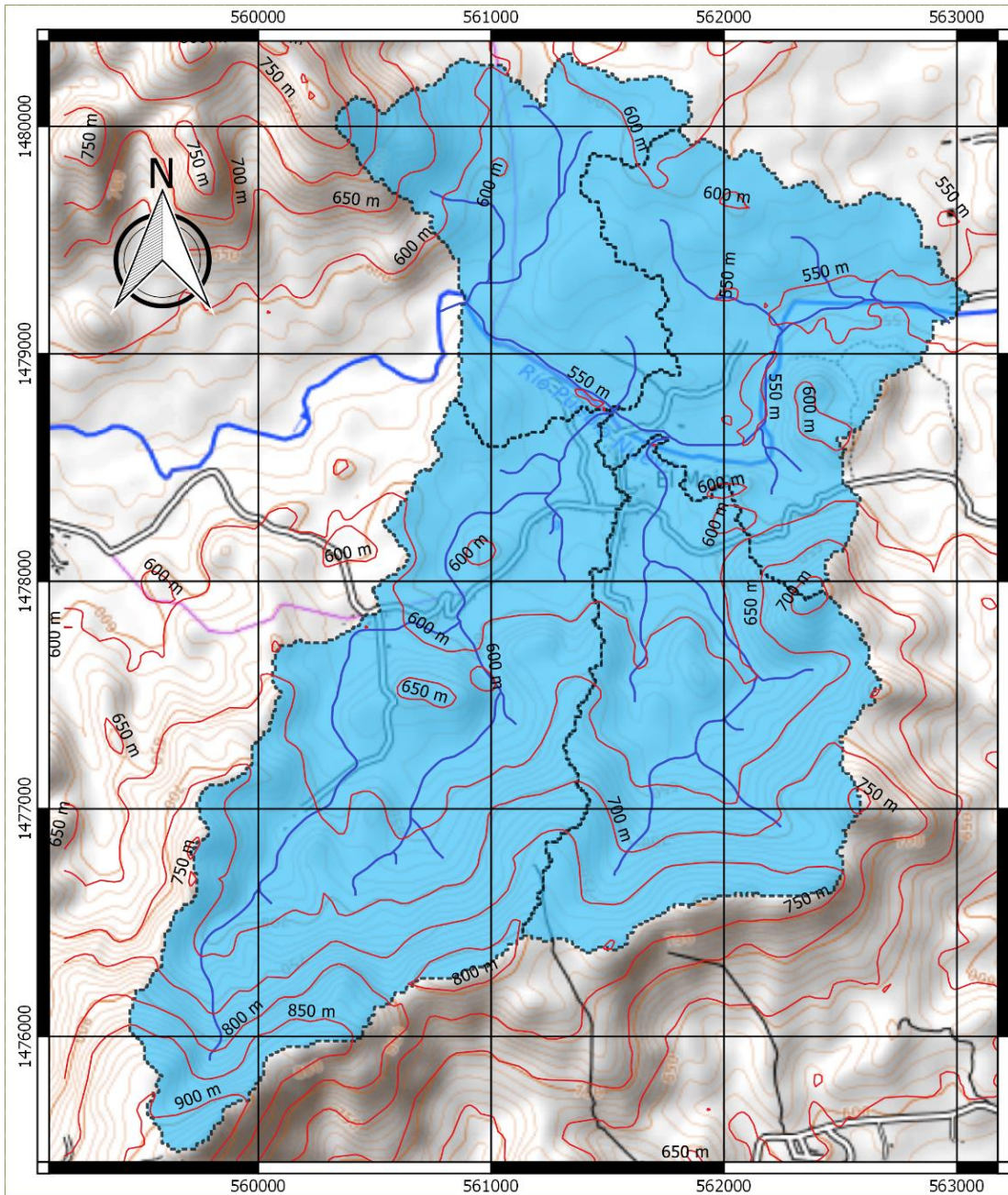
1, 2, 3, 4

**ESCALA**



**Mapa 4: Orden de corriente**  
Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUEENCA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 4: CURVAS DE NIVEL**

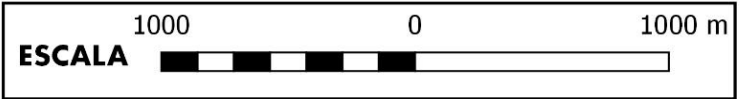
**LEYENDA**

**LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

- Curvas de nivel
- Drenaje
- Área cuenca



NAME	ENCLOSED_A	PERIMETER	MIN_ELEV_M	MAX_ELEV_M
MC1	2.006 sq km	9.355 km	560	814
MC2	3.479 sq km	12.957 km	557	964
MC3	1.445 sq km	8.805 km	557	803
MC4	1.81 sq km	10.006 km	547	729



Mapa 5: Curvas de nivel

Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18

A continuación, se presenta las características detalladas de cada microcuenca estudiada en la zona de la comunidad el Mojón.

### 1. Microcuenca MC\_1

La microcuenca MC\_1 ubicada al oeste de la comunidad (Mapa 2), con un área de 2 km<sup>2</sup>, es la segunda en dimensión de las cuatro microcuencas estudiadas. Es una microcuenca con terrenos fuertemente escarpados, con una longitud máxima de aproximadamente 2 km y una anchura de 0.9 km, presenta una elevación máxima de 814 msnm y una mínima de 560 msnm, lo que representa una pendiente del 23.46%, factores importantes en la energía que favorece el flujo de los drenajes (Tabla 11).

Tabla 11: MC\_1 Factores geométricos y relieve

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Área	2.006	Km2	Pequeña
Perímetro	9.36	Km	-
Pendiente de la cuenca	23.46	%	Terreno fuertemente accidentado
Longitud máx. de la cuenca	2.13	Km	-
Ancho máx. de la cuenca	0.94	Km	-
Longitud del cauce	2.59	Km	-
H máx.	814	m	-
H mín.	560	m	-
Desnivel altitudinal	254	m	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Según los índices que hacen referencia a la forma (Tabla 12), la mencionada microcuenca se caracteriza como moderadamente alargada, estas características sugieren que la forma de la microcuenca contribuye a un ligero retraso del escurrimiento en su recorrido hacia el punto de cierre.

Tabla 12: MC\_1 Factores de forma

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Índice de alargamiento	2.257		Moderadamente alargada
Índice de compacidad	1.849		Muy oblonga
Coefficiente de forma	0.443		Moderadamente achatada

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo, a las características de drenaje indicadas en la Tabla 13, se infiere que por la baja densidad de drenaje y orden de corriente; la escorrentía se concentra con cierto retardo en los pocos drenajes existentes, no obstante, a causa de la moderada pendiente del cauce el tiempo de concentración se ve reducido. Sin embargo, el valor de coeficiente de escorrentía encontrado nos sugiere una importante reducción del volumen total de escurrimiento.

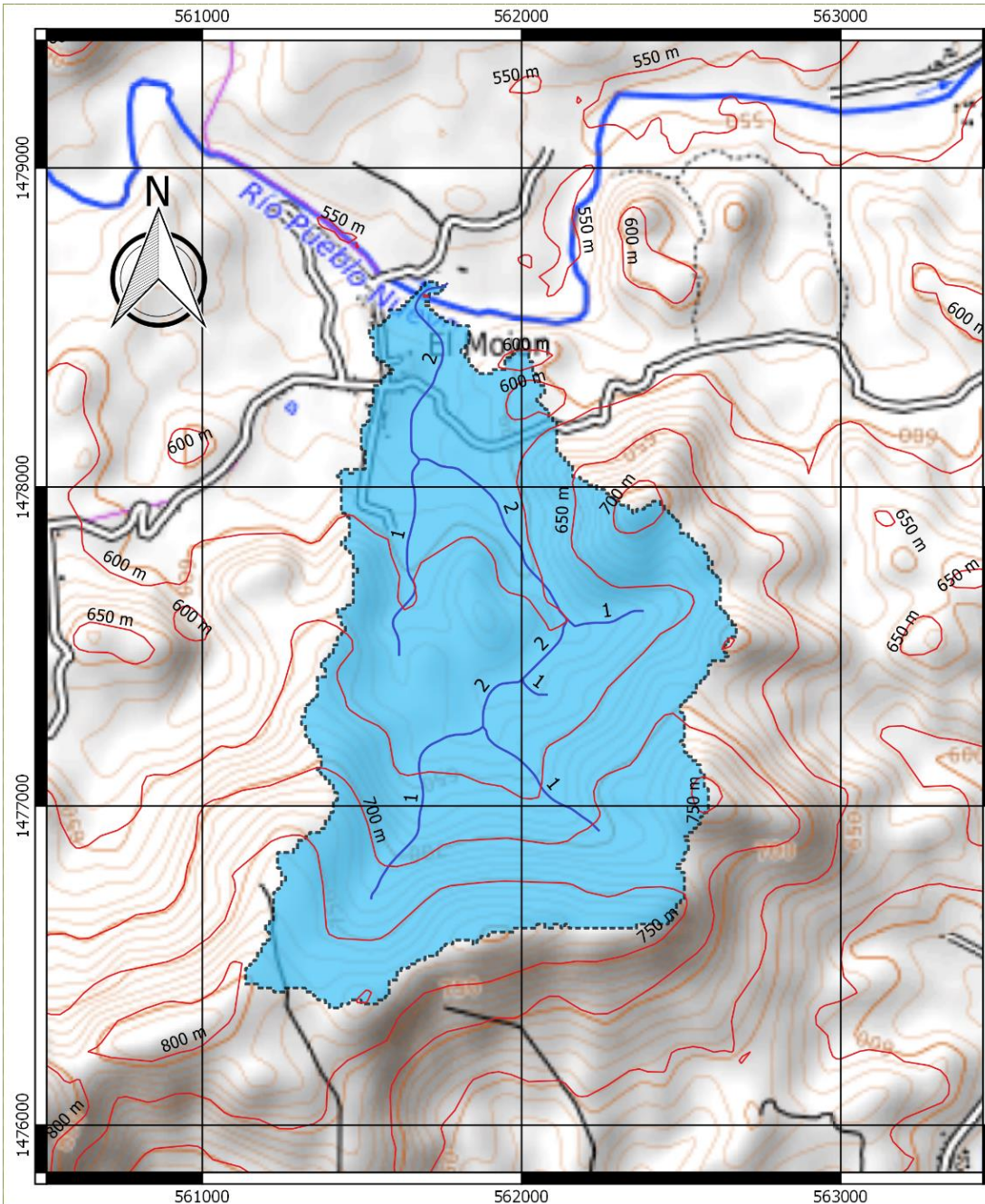
Además, en las condiciones hidrológicas de esta microcuenca, se presentan caudales que oscilan entre 21 y 24 m<sup>3</sup>/s, en diferentes periodos de retorno, los cuales son evacuados a través de la red hidrológica limitada, produciendo caudales que son torrenciales, y, por tanto, peligroso para la seguridad de las personas y las diversas infraestructuras, como se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 13: MC\_1 Factores de drenaje

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Densidad de drenaje	1.28863		Baja
Orden de corriente			-
Pendiente del cauce	9.83	%	Moderada
Tiempo de concentración	20.210	Min	Rápido
Coef. de escorrentía	0.46		Bajo
Caudal Tr 5 años	21.465	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 10 años	20.526	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 25 años	23.832	m <sup>3</sup> /s	-

Fuente: Elaboración propia





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECNA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 5: MICROCUENCA MC 1**

**PARAMETROS MORFOMETRICOS**

Parámetro	Valor	Clasificación
Área	2.006km <sup>2</sup>	Pequeña
Perímetro	9.3550km	-
Pendiente de la cuenca	23.46%	Terreno fuertemente accidentado
Longitud máxima de la cuenca	2.128km	-
Ancho máximo de la cuenca	0.943km	-
Longitud del cauce	2.585km	-
Hmax	814m	-
Hmin	560m	-
Desnivel altitudinal	254m	Bajo
Índice de alargamiento	2.2574	Moderadamente alargada
Índice de compacidad	1.8494	Muy oblonga
Coefficiente de forma	0.443	Moderadamente achatada
Densidad de drenaje	1.28863	Baja
Pendiente del cauce	9.83%	Moderada
Tiempo de concentración	20.210min	Rápido
Coefficiente de escorrentía	0.46	Bajo



**Mapa 6: Microcuenca MC 1**  
Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18

## 2. Microcuenca MC\_2

La microcuenca MC\_2 abarca un área de 3 km<sup>2</sup>, siendo esta la mayor en proporción, con un terreno fuertemente accidentado, con elevaciones que van de una altura mínima de 557 msnm hasta 964 msnm de altura máxima, siendo la de mayor elevación, de las cuatro microcuencas estudiadas, además posee una pendiente media del 23%. Esta microcuenca se ubica en la parte sureste de la comunidad (Mapa 2), y posee factores que favorecen el flujo del drenaje (Tabla 14).

Tabla 14: MC\_2 Factores geométricos y relieve

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Área	3.479	Km2	Mediana
Perímetro	12.96	Km	-
Pendiente de la cuenca	23.46	%	Terreno fuertemente accidentado
Longitud máx. de la cuenca	3.45	Km	-
Ancho máx. de la cuenca	1.01	Km	-
Longitud del cauce	4.14	Km	-
H máx.	964	m	-
H mín.	557	m	-
Desnivel altitudinal	407	m	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados mostrados en la tabla 15, se trata de una microcuenca ligeramente alargada, haciendo que se presente un ligero retraso del escurrimiento en su recorrido hasta el punto de cierre, no obstante, por su tamaño es la microcuenca que mayor escorrentía y agua subterránea aporta al sistema hidrológico local.



Tabla 15: MC\_2 Factores de forma

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Índice de alargamiento	3.417		Muy alargada
Índice de compacidad	1.945		Muy oblonga
Coeficiente de forma	0.2926		Ligeramente achatada

Fuente: Elaboración propia

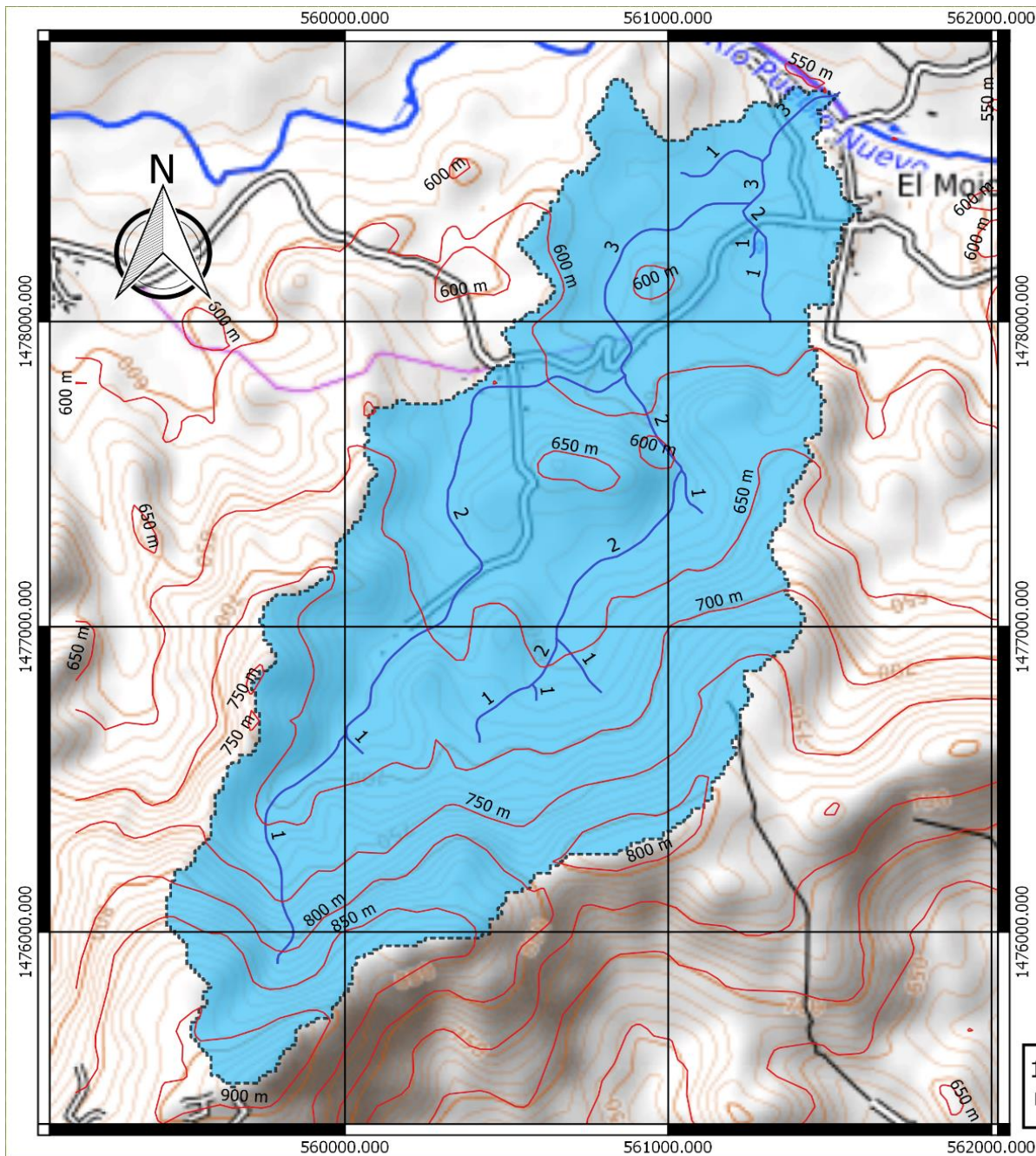
Conforme a las características de drenaje mostradas en la tabla 16, se deduce que el tiempo de concentración es rápido, y el flujo transita por una red hídrica con densidad de drenaje de 1.18, valor que se clasifica como bajo. La escorrentía de esta microcuenca se concentra con cierto retardo, debido a la baja densidad y orden de corriente, similar a la microcuenca 1.

En estas condiciones hidrológicas se presentan caudales elevados en diferentes periodos de retorno que oscilan entre 26 y 36 m<sup>3</sup>/s (Tabla 16), los que son evacuados de la microcuenca por una red hidrológica limitada, por lo que se deduce que los caudales son torrenciales, por tanto, peligroso para la seguridad de las personas y las diversas infraestructuras.

Tabla 16: MC\_2 Factores de drenaje

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Densidad de drenaje	1.2891	-	Baja
Orden de corriente		-	-
Pendiente del cauce	9.84	%	Moderada
Tiempo de concentración	29.014	Min	Rápido
Coef. de escorrentía	0.46	-	Bajo
Caudal Tr 5 años	26.594	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 10 años	30.585	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 25 años	35.657	m <sup>3</sup> /s	-

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECNA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 6: MICROCUENCA MC 2**

**PARAMETROS MORFOMETRICOS**

Parámetro	Valor	Clasificación
Área	3.479km <sup>2</sup>	Mediana
Perímetro	12.9570km	-
Pendiente de la ceunca	23.46%	Terreno fueretemente accidentado
Longitud máxima de la cuenca	3.448km	-
Ancho máximo de la cuenca	1.009km	-
Longitud del cauce	4.137km	-
Hmax	964m	-
Hmin	557m	-
Desnivel altitudinal	407m	Bajo
Índice de alargamiento	3.4173	Muy alargada
Índice de compacidad	1.9451	Muy oblonga
Coefficiente de forma	0.2926	Ligeramente achatada
Densidad de drenaje	1.18913	Baja
Pendiente del cauce	9.84%	Moderada
Tiempo de concentracion	29.014min	Rápido
Coefficiente de escorrentia	0.45	Bajo



Mapa 7: Microcuenca MC 2  
Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18

### 3. Microcuenca A\_3

La microcuenca MC\_3 con un área de 1.45 km<sup>2</sup>, es la más pequeña de las microcuencas estudiadas y presenta el terreno menos accidentado, con una pendiente promedio de 14.15%. Presenta además elevaciones que oscila entre 557 msnm y 803 msnm. No obstante, como se presenta en el mapa topográfico Mapa 5, esta microcuenca presenta los terrenos menos escarpados, los que se ubican en el sureste de la mencionada microcuenca, hasta el punto de cierre en el río Pueblo Nuevo.

Tabla 17: MC\_3 Factores geométricos y relieve

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Área	1.445	Km <sup>2</sup>	Pequeña
Perímetro	8.81	Km	-
Pendiente de la cuenca	14.15	%	Terreno fuertemente accidentado
Longitud máx. de la cuenca	2.02	Km	-
Ancho máx. de la cuenca	0.72	Km	-
Longitud del cauce	1.95	Km	-
H máx.	803	m	-
H mín.	557	m	-
Desnivel altitudinal	246	m	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Tabla 18, es una microcuenca moderadamente alargada, con una zona que presenta relieve poco escarpado, lo que incide en el flujo de la escorrentía haciendo que estas tengan menor velocidad con relación a las otras microcuencas estudiadas.

Tabla 18: MC\_3 Factores de forma

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Índice de alargamiento	2.818		Moderadamente alargada
Índice de compacidad	2.051		Muy oblonga
Coeficiente de forma	0.355		Moderadamente achatada

Fuente: Elaboración propia

La densidad de drenaje es baja al igual que las microcuencas anteriores, como se indica en la Tabla 19, aunque los caudales son altos, son los menores, con relación a las otras microcuencas estudiadas. Por tanto, se deduce que al igual que las demás, los caudales serán torrenciales creando riesgos a la infraestructura y a la seguridad de las personas.

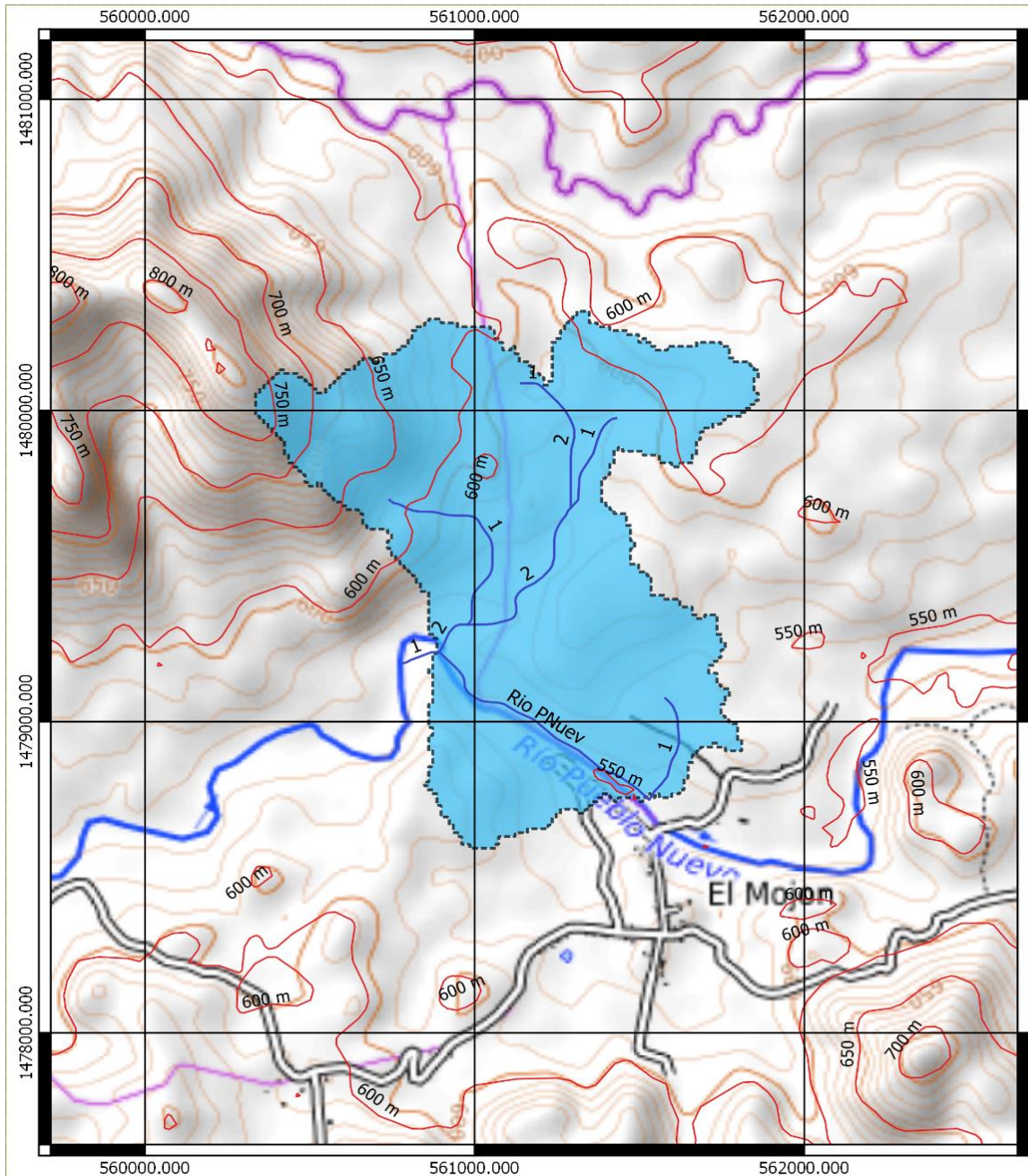
Respecto a las condiciones hidrológicas de esta microcuenca, presentan caudales elevados en los diferentes periodos de retorno que oscilan entre 18 y 21 m<sup>3</sup>/s (Tabla 19), los que son evacuados por una red hidrológica limitada, provocando que los caudales sean torrenciales, y, por tanto, peligroso para la seguridad de las personas y las diversas infraestructuras.

Tabla 19: MC\_3 Factores de drenaje

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Densidad de drenaje	1.346	-	Baja
Orden de corriente	2	-	-
Pendiente del cauce	12.65	%	Moderada
Tiempo de concentración	14.73	Min	Rápido
Coef. de escorrentía	0.5	-	Bajo
Caudal Tr 5 años	18.305	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 10 años	17.721	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 25 años	20.446	m <sup>3</sup> /s	-

Fuente: Elaboración propia





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECNA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 7: MICROCUENCA MC 3**

**PARAMETROS MORFOMETRICOS**

Parámetro	Valor	Clasificación
Área	1.445km <sup>2</sup>	Pequeña
Perímetro	8.8050km	-
Pendiente de la cuenca	14.15%	Terreno accidentado
Longitud máxima de la cuenca	2.018km	-
Ancho máximo de la cuenca	0.716km	-
Longitud del cauce	1.945km	-
Hmax	803m	-
Hmin	557m	-
Desnivel altitudinal	246m	Bajo
Índice de alargamiento	2.8182	Moderadamente alargada
Índice de compacidad	2.0509	Muy oblongada
Coefficiente de forma	0.3548	Ligeramente achatada
Densidad de drenaje	1.34602	Baja
Pendiente del cauce	12.65%	Fuerte
Tiempo de concentracion	14.731min	Rápido
Coefficiente de escorrentia	0.50	Bajo



Mapa 8: Microcuencia MC 3  
Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18

#### 4. Microcuenca A\_4

Esta microcuenca con un área de 1.8 km<sup>2</sup>, es la tercera en tamaño con relación a las cuatro microcuencas estudiadas, posee desniveles altitudinales que oscilan entre 547 msnm y 729 msnm, en términos de relieve es similar a la microcuenca tres, menos escarpada que las microcuencas uno y dos. Así mismo, posee una pendiente promedio de 14.56%, también muy similar a la microcuenca tres. Las condiciones de relieve antes mencionadas, crean escenarios para un drenaje rápido, pero menor que en las microcuencas uno y dos.

Tabla 20: MC\_4 Factores geométricos y relieve

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Área	1.810	Km <sup>2</sup>	Pequeña
Perímetro	10.01	Km	-
Pendiente de la cuenca	14.56	%	Terreno fuertemente accidentado
Longitud máx. de la cuenca	1.80	Km	-
Ancho máx. de la cuenca	1.01	Km	-
Longitud del cauce	1.37	Km	-
H máx.	729	m	-
H mín.	547	m	-
Desnivel altitudinal	182	m	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Por su forma geométrica es la menos alargada de las cuatro microcuencas, lo que favorece una concentración más rápida del flujo, pero a su vez, el mismo se reduce por el efecto del relieve poco escarpado.

Tabla 21: MC\_4 Factores de forma

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Índice de alargamiento	1.782		Moderadamente alargada
Índice de compacidad	2.082		Muy oblonga
Coeficiente de forma	0.561		Moderadamente achatada

Fuente: Elaboración propia

La baja densidad de drenaje similar a todas las microcuencas estudiadas mostrado en la Tabla 22, denota un sistema de drenaje que causa condiciones torrenciales por donde se evacuan caudales elevados, aunque menos que los presente en las microcuencas uno y dos.

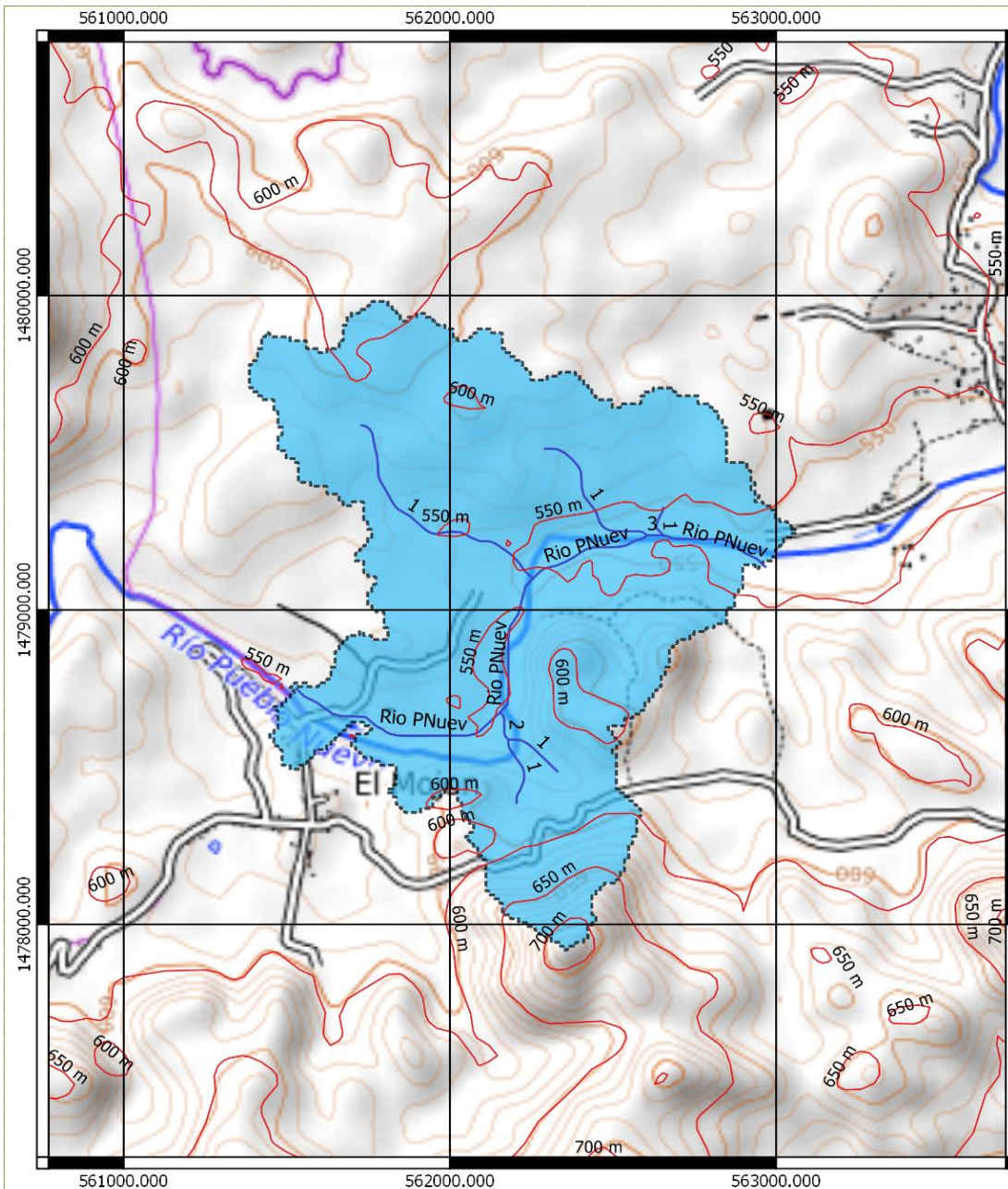
Los caudales van desde 26 hasta 35 m<sup>3</sup>/s en los diferentes periodos de retorno (Tabla 22), los que son evacuados de la microcuenca por una red hidrológica limitada, por lo que se deduce que los caudales son torrenciales, por tanto, peligroso para la seguridad de las personas y las diversas infraestructuras.

Tabla 22: MC\_4 Factores de drenaje

Parámetro	Valor	UM	Clasificación
Densidad de drenaje	0.7575	-	Baja
Orden de corriente	3	-	-
Pendiente del cauce	13.27	%	Moderada
Tiempo de concentración	11.046	Min	Rápido
Coef. de escorrentía	0.48	-	Bajo
Caudal Tr 5 años	26.849	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 10 años	30.388	m <sup>3</sup> /s	-
Caudal Tr 25 años	34.669	m <sup>3</sup> /s	-

Fuente: Elaboración propia





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

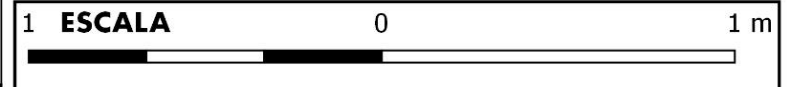
**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUECNA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 8: MICROCUECNA MC 4**

**PARAMETROS MORFOMETRICOS**

Parámetro	Valor	Clasificación
Área	1.810km <sup>2</sup>	Pequeña
Perímetro	10.0060km	-
Pendiente de la cuenca	14.56%	Terreno accidentado
Longitud máxima de la cuenca	1.796km	-
Ancho máximo de la cuenca	1.008km	-
Longitud del cauce	1.371km	-
Hmax	729m	-
Hmin	547m	-
Desnivel altitudinal	182m	Bajo
Índice de alargamiento	1.7821	Moderadamente alargada
Índice de compacidad	2.0825	Muy oblongada
Coefficiente de forma	0.5611	Moderadamente achatada
Densidad de drenaje	0.75746	Baja
Pendiente del cauce	13.27%	Fuerte
Tiempo de concentracion	11.046min	Rápido
Coefficiente de escorrentia	0.44	Bajo



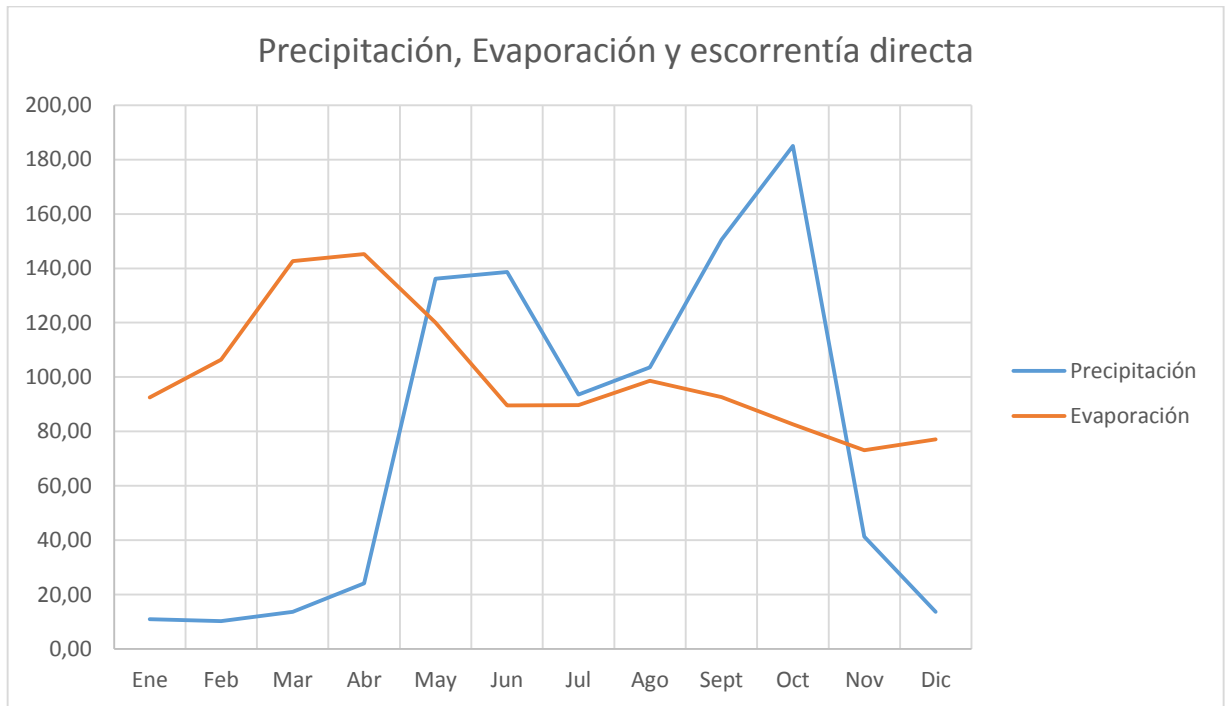
Mapa 9: Microcuenca MC 4  
Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18



### 4.5.1 Balance hídrico

Como lo indica el gráfico 1 el balance hídrico de la zona de estudio, presenta un balance positivo en las primeras semanas de mayo hasta mediados de noviembre, habiendo una reducción entre agosto y julio, periodo conocido como canícula.

Gráfico 1: Balance hídrico



Fuente: Elaboración propia

En los meses donde ocurre el balance positivo es donde se produce la mayor precipitación efectiva o escorrentía directa, la cual es función del coeficiente de escurrimiento, el que a su vez depende del uso del suelo. En el presente estudio se encontraron valores del coeficiente C que oscilaron entre 0.44 y 0.48, en las cuatro microcuencas estudiadas.

Los valores anteriores, indican que aproximadamente menos del 50% de la precipitación se convertirá en escorrentía, por lo que de manera general puede considerarse que el resto de la precipitación se conservará en el interior de la cuenca, donde parte se infiltrará, otra se perderá como evaporación y parte

quedará retenida en las diferentes arroyos y depresiones naturales, lo que en términos de conservación de los recursos hídricos es bastante satisfactorio.

En términos cuantitativos, el escurrimiento superficial por evento de precipitación en las cuatro microcuencas estudiadas, osciló con valores de 9 a 13 mm con periodo de retorno de 5 años (Tabla 23), y de 11 a 15 mm con periodo de retorno de 10 años (Tabla 24), finalmente de 12 a 17 mm para un periodo de retorno de 25 años (Tabla 25).

En el estudio, además se encontró que la precipitación que se conserva en el interior de las microcuencas tuvo valores que oscilaron entre 10 y 15 mm con periodo de retorno de 5 años (Tabla 23), y de 12 a 18 mm para el periodo de retorno de 10 años (Tabla 24), y finalmente de 14 a 21 mm para un tiempo de retorno de 25 años (Tabla 25).

Tabla 23: Balance hídrico, Tiempo de retorno de 5 años

MC	Área (km <sup>2</sup> )	C	Tc (M)	Q (M <sup>3</sup> /s)	Vol (m <sup>3</sup> )	Pn (mm)	P (mm)	E (mm)	F (mm/s)	B (mm)
MC_4	1.81	0.48	11.05	26.85	17793.66	9.83	20.61	1.16	0.39	10.00
MC_3	1.45	0.44	14.73	16.48	14567.89	10.08	22.82	1.16	0.39	12.00
MC_2	3.48	0.46	29.01	26.59	46296.19	13.31	29.03	1.16	0.39	15.00
MC_1	2.01	0.45	20.21	19.09	23149.24	11.54	25.54	1.16	0.39	14.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Balance hídrico, Tiempo de retorno de 10 años

MC	Área (km <sup>2</sup> )	C	Tc (M)	Q (M <sup>3</sup> /s)	Vol (m <sup>3</sup> )	Pn (mm)	P (mm)	E (mm)	F (mm/s)	B (mm)
MC_4	1.81	0.48	11.05	30.29	20072.61	11.09	23.25	1.16	0.39	12.00
MC_3	1.45	0.44	14.73	18.70	16528.60	11.44	25.90	1.16	0.39	14.00
MC_2	3.48	0.46	29.01	30.59	53244.20	15.30	33.39	1.16	0.39	18.00
MC_1	2.01	0.45	20.21	21.80	26431.57	13.18	29.16	1.16	0.39	16.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Balance hídrico, Tiempo de retorno de 25 años

MC	Área (km <sup>2</sup> )	C	Tc (M)	Q (M <sup>3</sup> /s)	Vol (m <sup>3</sup> )	Pn (mm)	P (mm)	E (mm)	F (mm/s)	B (mm)
MC_4	1.81	0.48	11.05	34.67	22975.98	12.69	26.61	1.16	0.39	14.00
MC_3	1.45	0.44	14.73	21.52	19023.13	13.16	29.80	1.16	0.39	16.00
MC_2	3.48	0.46	29.01	35.66	62074.27	17.84	38.93	1.16	0.39	21.00
MC_1	2.01	0.45	20.21	25.24	30604.01	15.26	33.76	1.16	0.39	18.00

Fuente: Elaboración propia

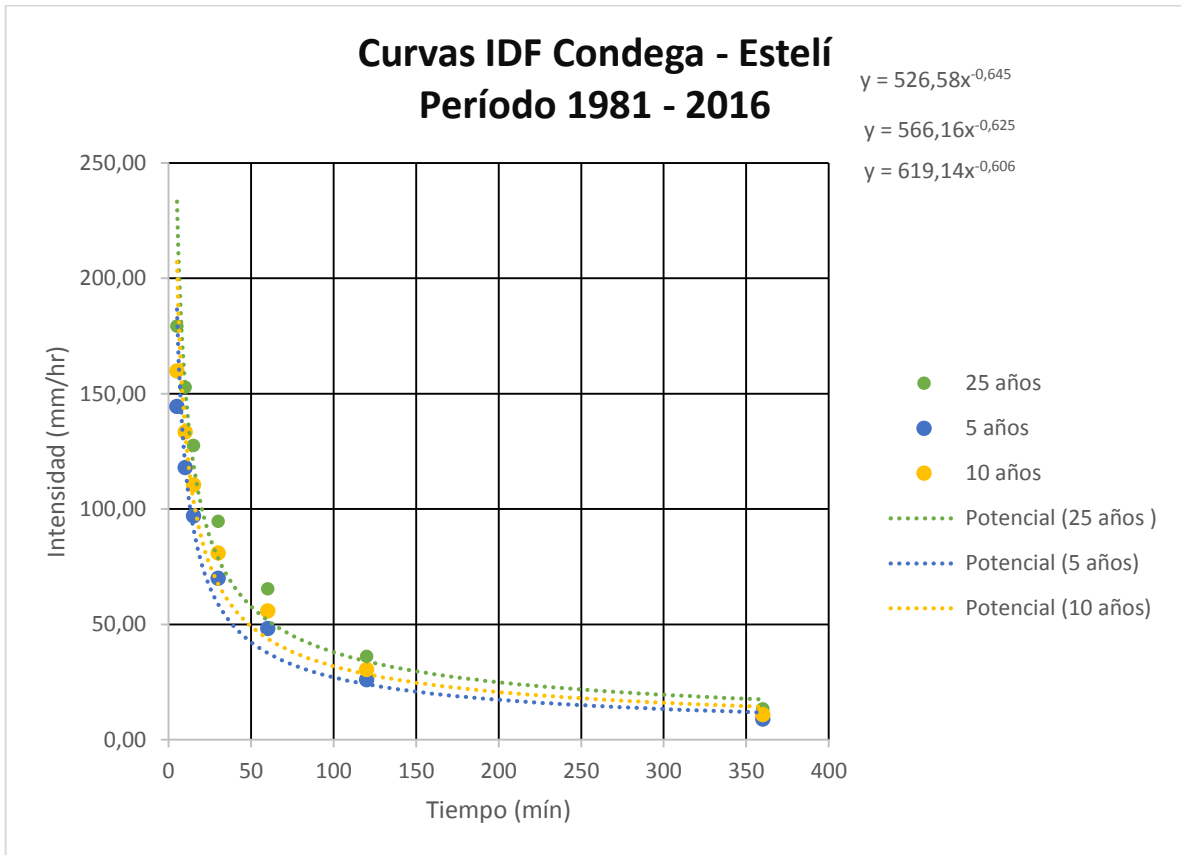
Finalmente, las láminas conservadas en las microcuencas en el interior de las microcuencas son las que se convertirán en infiltración, la cual según pruebas de campo con el método de Porchet, tiene una tasa de 0.4 mm/s, así mismo parte de la lámina retenida formará parte de los arroyos, lagunas en depresiones, humedad del suelo agrícola y del tejido vegetal.

#### 4.5.2 Curvas IDF

El estudio de la intensidad – duración – frecuencia de las precipitaciones, se realizó con la finalidad de estimar la escorrentía superficial para diferentes periodos de retorno, según el método racional.

Para lo anterior se utilizaron datos de intensidades de las precipitaciones de los años comprendidos entre 1981 y el 2016 de la estación meteorológica 45050 de Condega que fueron brindados por INETER. Los datos fueron analizados mediante el método de Gumbel, con el cual se proyectaron las curvas de intensidad-duración y frecuencia con retornos de 1 hasta 10000 años. Para el presente estudio se tomaron en consideración periodos de retornos concernientes a 5, 10 y 25, que se presentan en el gráfico 2 y tabla 26.

Gráfico 2: Curvas IDF estación de Condega



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Intensidades de las precipitaciones por periodos de retorno de la estación de Condega

P%	Tr años	Yt	Intensidades mm/h						
			5	10	15	30	60	120	360
4	25.00	3.20	179.19	152.71	127.56	94.63	65.36	36.05	13.27
10	10.00	2.25	159.77	133.27	110.45	80.87	55.78	30.41	10.82
20	5.00	1.50	144.41	117.89	96.91	69.98	48.20	25.94	8.88

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.3 Estimación de infiltración

Para conocer la capacidad de infiltración del subsuelo cuyo material geológico reconocido a nivel de campo fue de tobas volcánicas se realizó una prueba de

infiltración según el método de Porchet. Esta prueba permitió relacionar la hidrología superficial con procesos de infiltración que ocurren a nivel subterráneo.

De esta forma se conoció que la tasa de infiltración fue de 0.0385 cm/s, cuyos datos se presentan a continuación:

Tabla 27: Prueba de infiltración con el método de Porchet

<b>Fecha</b>	<b>Coordenadas</b>			<b>Hora</b>
<b>27/07/2018</b>	<b>13.361952 , -86.432564</b>			<b>12:20 p.m.</b>
	<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>UM</b>	
	Longitud	63	cm	
	Diámetro	26	cm	
	Radio	13	cm	
	H	4	cm	
	Tiempo	10	min	
	<b>K</b>	<b>0.0385</b>	cm/s	

Fuente: Elaboración propia

El valor de infiltración (K), encontrado en el presente estudio, según la tabla presentada por Jaramillo, Jorge (2002) del OPS – CEPIS, se clasifica como bueno y se corresponde a materiales de arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava, así mismo según L. Mijailov (1989), lo clasifica como el drenaje que ocurre en rocas de arena de grano grueso.

La relación del tipo de material descrita por los autores antes mencionados y la infiltración antes encontrada corresponde a las características de la roca encontrada en la zona, la cual es toba volcánica altamente meteorizada o roca talpetate de grano grueso permeable.

#### **4.5.4 Medición de niveles estáticos del agua en los pozos**

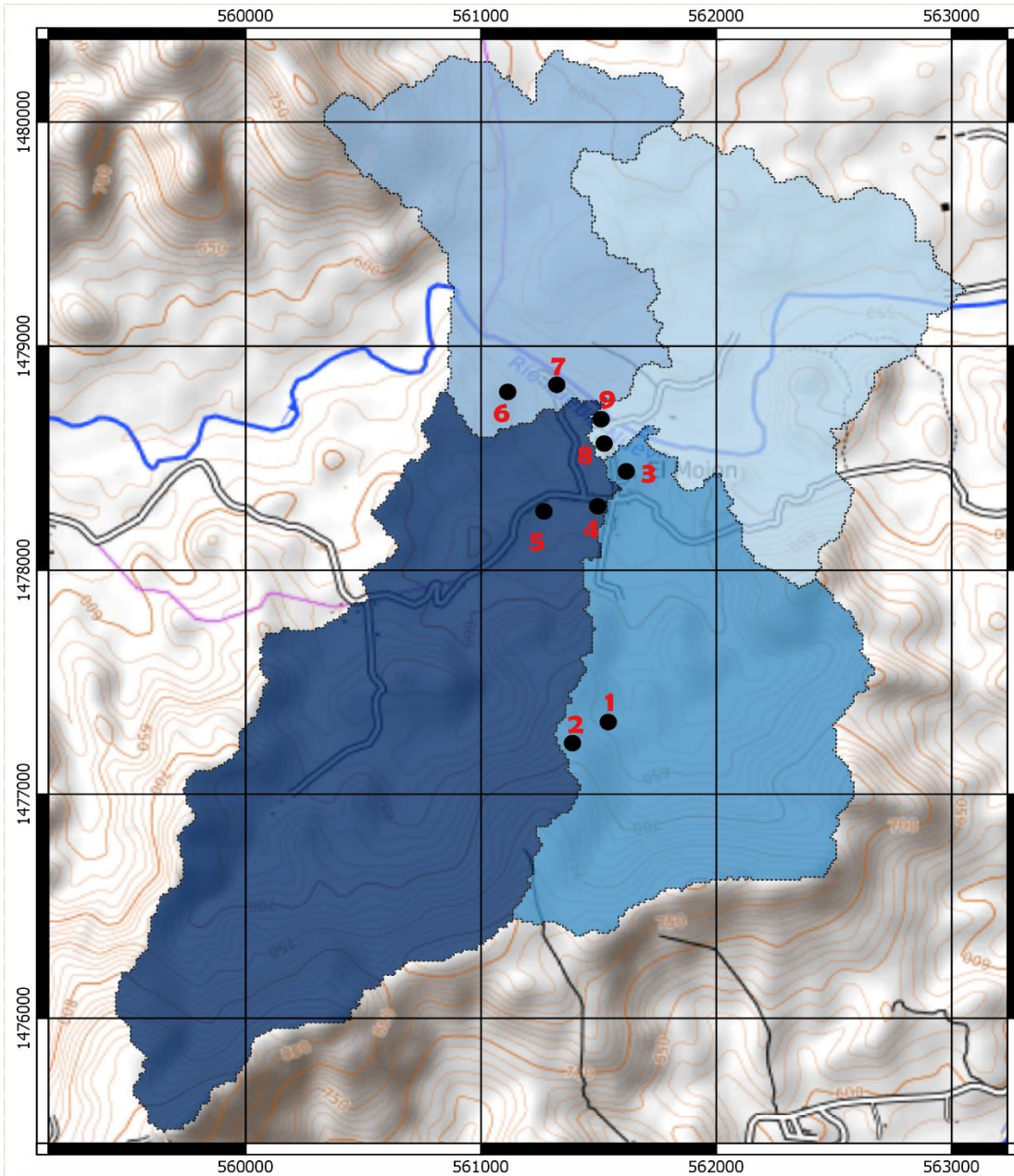
Para conocer el comportamiento del agua subterránea, además de la prueba de infiltración que se realizó, se hizo también la medición de los niveles estáticos del agua en 8 pozos excavados a mano y 1 pozo perforado (Tabla 28).

En el estudio de campo también se encontraron dos pozos cuyo caudal estimado, de acuerdo al uso para riego de tabaco es de 4 a 6 lps, así mismo se aforó un pozo cuyo caudal fue 1.74 lps, este último ubicado en la parte alta de la microcuenca 2 (Mapa 10), por lo que los costos podrían ser altos, con relación a los pozos que están cerca de la comunidad.

Tanto por los niveles estáticos de los pozos, los caudales encontrados y el coeficiente de filtración de la roca presente se puede decir que hay presencia de agua subterránea en cantidades suficientes para su uso en agua potable. Esto último es posible porque a pesar que los caudales no son tan grandes, la población rural tampoco lo es.

No obstante, para fines de agua potable los pozos en las cotas más bajas, representados en los pozos 6, 7, 8 y 9 (Mapa 10) no son recomendados, debido a la alta probabilidad de inundaciones por eventos de precipitación extremos, como tormentas tropicales y huracanes. El argumento anterior está basado en la comunicación con pobladores quienes manifestaron que para el huracán Mitch los pozos antes mencionados fueron inundados.

El resto de los pozos pueden ser utilizados con propósitos de agua potable, actualmente el CAPS proyecta utilizar el pozo número 3 para agua potable.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

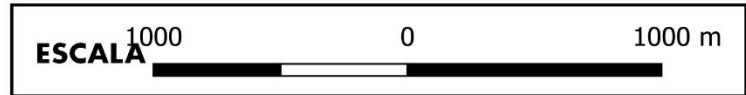
**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO EN LA COMUNIDAD EL MOJON MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

**MICROCUENCA DEL RIO PUEBLO NUEVO**

**MAPA 9: MEDICION ESTATICA DE LOS POZOS**

**LEYENDA**

MC	N° Pozo	Nivel estático (m)	Propietario
MC_1	1	2.7	Justino Calero
	2	3	Justino Calero
	3	-	P. comunitario
MC_2	4	-	P. com dañado
	5	-	Bomba actual
MC_3	6	3.6	Agustin Rodríguez
	7	5.5	Agustin Rodríguez
MC_4	8	3.61	Justa Pastora
	9	14.5	P. comunitario



Mapa 10: Pozos existentes de la comunidad

Fuente: Elaboración propia, QGis 2.18



Tabla 28: Nivel estáticos de los pozos

MC	N° Pozo	Nivel estático (m)	Cota msnm	Coordenadas		Ubicación
				Latitud	Longitud	
MC_1	1	2.7	690.766	13.361791	-86.43309	Privado Justino Calero
	2	3	691.031	13.361782	-86.43309	Privado Justino Calero
	3	-	582.644	13.37296	-86.431442	P. comu dañado
MC_2	4	-	582	13.371892	-86.434019	Bomba
	5	3.61	566.482	13.375043	-86.432456	Privado Justa Pastora
MC_3	6	3.6	562.19	13.376168	-86.433716	Agustín Rodríguez
	7	5.5	561	13.376473	-86.433464	Agustín Rodríguez
MC_4	8	-	576.475	13.373816	-86.431717	P. comunitario
	9	14.5	574.461	13.374052	-86.431725	P. comunitario

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Diseño del sistema de agua potable

Para realizar el diseño del sistema de agua potable, primero se hizo un diagnóstico de la situación actual de la red y el sistema de bombeo, posteriormente se presentó una propuesta de diseño, tomando en cuenta los aspectos positivos de la infraestructura actual, pero también incorporando nuevos elementos apegados a las normas rural de INAA.

##### 4.6.1 Propuesta de diseño

Con la finalidad de dar solución a la problemática presentada en el sistema de agua potable en la Comunidad El Mojón, del municipio de Condega, y teniendo como referencia los resultados del diagnóstico de la situación actual y el estudio hidrogeológico, se proponen opciones para el mejoramiento del servicio. Por tanto, se plantea la profundización del pozo que está en uso actualmente, o aprovechar otro pozo que se ubica cerca de los tanques de almacenamiento.

De las dos posibilidades indicadas anteriormente, se propone el cambio de fuente de abastecimiento, utilizando uno de los pozos actuales, el cual se ubica cerca de



los tanques de almacenamiento. No obstante, esta propuesta implica una nueva línea de conducción, una nueva bomba y sistema eléctrico para la misma. Los demás componentes del sistema de agua potable, como la red de distribución y tanques de almacenamiento se continuarán utilizando. También se prevé el mejoramiento de las acometidas domiciliarias e incluir un sistema de cloración.

#### 4.6.1.1 Diseño del sistema de bombeo e impulsión

##### 1. Información general de la fuente

De acuerdo con la información facilitada por la alcaldía municipal de Condega, y extraída del pliego de bases y condiciones del proyecto de perforación del pozo en la comunidad El Mojón, las características de la estructura son las siguientes (ver plano 3):

Tabla 29: Información general de la fuente

Descripción	Valor	UM
Profundidad nominal	210	Pies
Diámetro de perforación	6	Pulgadas
Diámetro de revestimiento PVC	4	Pulgadas
Rejilla tipo puente AB 1/8"	60	Pies
Ademe	160	Pies
Empaque de grava	4m3	Ø 1/4
Sello sanitario	40	Pies
Tubo piezométrico	160	Pies
Tubo de engrave de 2"	80	Pies
Material selecto	50	Pies
Desarrollo	8	Horas
Prueba de bombeo	24	Horas

Fuente: Alcaldía municipal de Condega

## 2. Potencial y caudal explotable

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida para garantizar su durabilidad y por ende la durabilidad del sistema.

La sección 5.3.3 de la NTON 09001-99 establece como uno de los principales criterios de aceptación de una fuente para un MABE, que el caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo promedio diario (CPD).

Para las condiciones de trabajo se consideró una fuente con un rendimiento de 60 Gpm, por tanto:

CPD	4.73	Gpm
1.5CPD	7.10	Gpm
Rendimiento aproximado	60.00	Gpm

Como el rendimiento de la fuente propuesta (60 Gpm) > 1.5CPD (1.5Gpm), la fuente se considera es suficiente para abastecer al sistema.

El CMH para el periodo de diseño es de 1.79 Lps, lo que equivale a 28.40 Gpm, lo que es inferior al rendimiento de la fuente, sin embargo, este hecho también resulta favorable considerado que el CMD representa la situación crítica durante la vida útil del sistema.

Por lo tanto, los resultados indican que el grado de explotación de la fuente considerada será mínimo, lo que garantizará su durabilidad y un suministro de agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población.

### 3. Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Se diseñará un solo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño de 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de iguales especificaciones que el primero, las que se determinaran en esta sección.

Tabla 30: Especificaciones del equipo de bombeo

Descripción	Valor	UM
Nivel estático del agua (NEA)	10	m
Variaciones estacionales	10	Pies
Abatimiento por bombeo	20	Pies
Sumergencia	20	Pies
Tubería de conducción de PVC con C	150	-
Q diseño (CMD)	1.07	Lps
16 horas de bombeo		

Fuente: Alcaldía municipal de Condega

1. Cálculo del diámetro de la tubería utilizando la fórmula de Bresse

$$D = 0.90 * Q^{0.45}$$

$$D = 0.90 * (0.00107 \frac{m^3}{s})^{0.45}$$

$$D = 0.0414m$$

$$D = 1.63"$$

$$D \approx 2"$$

2. Calculo de la velocidad

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

$$V = \frac{4 (0.00107 \frac{m^3}{s})}{3.1416(0.05m)^2}$$

$$V = 0.54 m/s$$

0.54 m/s < 1.5 m/s **OK.**

3. Carga dinámica total

a) Nivel más bajo del agua durante el bombeo

$$NB = NEA + \text{Variaciones estacionales} + \text{Abatimiento}$$

$$NB = 32.8 \text{ ft} + 10 \text{ ft} + 20 \text{ ft}$$

$$NB = 62.8 \text{ ft} \approx 19.1414 \text{ m}$$

b) Carga estática de la descarga

$$Hest_{descarga} = 595.324 - 572.019$$

$$Hest_{descarga} = 23.019 \text{ m}$$

c) Pérdidas de la columna dentro del pozo

La sección 6.4.1 de la norma establece que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran no mayores de 5% de su longitud.

$$hf_{columna} = 5\% Lc$$

$$hf_{columna} = 5\% (82.8 \text{ ft})$$

$$Lc = NB + \text{sumergencia}$$

$$hf_{columna} = 4.14 \text{ ft}$$

$$Lc = 62.8 \text{ ft} + 20 \text{ ft}$$

$$hf_{columna} \approx 1.26 \text{ m}$$

$$Lc = 82.8 \text{ ft}$$

d) Pérdidas en la descarga

Para la realización de este cálculo se consideró la tubería de diámetro  $\emptyset_{descarga} = 2''$

$$CTD = NB + Hest_{descarga} + hf_{columna}$$

Tabla 31: Coeficientes de pérdidas por accesorios

Accesorio	Km
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula de ángulo, completamente abierta	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Válvula de compuerta, con 3/4 de apertura	1.00 - 1.15
Válvula de compuerta, con 1/2 de apertura	5.6
Válvula de compuerta, con 1/4 de apertura	24
Codo de radio corto ( $r/d = \pm 1$ )	0.9
Codo de radio medio	0.75 - 0.80
Codo de gran radio ( $r/d = \pm 1.5$ )	0.6
codo de 45°	0.4 - 0.42
Remoto (Curva en U)	2.2
Tee en sentido recto	0.3
Tee a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.3
Ye de 45°, salida lateral	0.8
Entrada recta a tope	0.5
Entrada con boca acampanada	0.1
Entrada con tubo reentrante	0.9
Salida	1

Fuente: Hidráulica de tuberías, Juan G. Saldarriaga

Para la extracción del agua de la fuente se utilizará una bomba sumergible de eje vertical, con una conexión a la sarta de tubería H°G°, cuyas pérdidas se muestra a continuación:

Tabla 32: Pérdidas por accesorios de la Bomba a la sarta

Accesorio	Cantidad	Km	Total
Codo 45°	2	0.42	0.84
Codo 90°	1	0.9	0.9
Cruceta	1	1.8	1.8
Manómetro	1	1.2	1.2
Medidor de gasto	1	2.5	2.5
Tee a través de la salida lateral	1	1.8	1.8
Unión	1	0.3	0.3
Válvula de expulsión de aire	1	2.5	2.5
Válvula de check	1	2.5	2.5
Válvula de compuerta	1	0.2	0.2
Válvula de alivio contra el golpe de ariete	2	0.2	0.4
<b>Total</b>			<b>14.94 m</b>

Fuente: Elaboración propia

Los accesorios en la descarga de la línea de conducción al tanque, será de H°G°, que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 33: Pérdidas por accesorios en la entrada al tanque

Accesorio	Cantidad	Km	Total
Codo 90°	1	0.9	0.9
Tee a través de la salida lateral	1	1.8	1.8
Unión	1	0.3	0.3
Válvula de compuerta	1	0.2	0.2
<b>Total</b>			<b>3.2 m</b>

Fuente: Elaboración propia

También, la línea de conducción tendrá los accesorios siguientes en la descarga:

Tabla 34: Pérdidas por accesorios en la línea de conducción

Accesorio	Cantidad	Km	Total
Codo 45°	2	0.42	0.84
Codo 90°	1	0.9	0.9
Válvula de expulsión de aire	2	2.5	5
Válvula de compuerta	2	0.2	0.4
Tee a través de la salida lateral	2	1.8	3.6
<b>Total</b>			<b>10.74 m</b>

Fuente: Elaboración propia

e) Método del coeficiente de pérdidas menores

$$\sum h_{pd} = h_{md} + h_{fd}$$

$$h_{md} = K_m * \frac{V^2}{2g}$$

$$K_m = 14.94m + 3.2m + 10.74m$$

$$K_m = 28.88m$$

$$h_{md} = 28.88 * \frac{0.54^2}{2(9.81)}$$

$$h_{md} = 0.43m$$

$$h_{fd} = 10.674 * \left(\frac{Q_b}{C}\right)^{1.852} * \left(\frac{L}{D^{4.87}}\right)$$

Tabla 35: Pérdidas de descarga en la tubería

Descarga tubería de HG ( 2")			Descarga tubería de PVC (2")		
L	C	hf	L	C	hf
50	100	0.72	175	150	1.19
T fd			<b>1.91 m</b>		

Fuente: Elaboración propia

$\sum h_{pd} = h_{md} + h_{fd}$	$\sum h_{pd} = 0.43m + 1.91m$
$\sum h_{pd} = 2.34m$	
$CTD = NB + Hest_{descarga} + \sum h_{pd}$	
$CTD = 19.1414m + 23.019m + 2.34m$	$CTD = 44.50m$
$CTD = 145.99 ft$	

4. Potencia hidráulica de la bomba

$P_B = \frac{Q_D * CTD}{3,960}$	$P_B = \frac{(16.96gpm) * (145.99 ft)}{3,960}$	$P_B = 0.63 HP$
---------------------------------	--	-----------------

Dado que la potencia hidráulica dio como resultado 0.63 HP, se deberá usar un equipo que posea una potencia hidráulica superior.

5. Punto de operación y selección del equipo

Se seleccionó un equipo de bombeo que cumpla características de operación de un caudal de 16.96 Gpm, equivalente a 3.86 m<sup>3</sup>/h, y una carga dinámica total de 151.587 ft, cuyo valor en metros es 46.202.

Como referencia se utilizó, el catálogo de bombas sumergibles FRANKLIN ELICTRIC, resultando la elección de la bomba MODELO 20FA1S4-2W230 (Anexo V), la cual funciona para caudales de operación de hasta 7m<sup>3</sup>/h, las características del equipo de bombeo se indican en el Tabla 36.

Tabla 36: Pérdidas por accesorios en la línea de conducción

Velocidad de giro (n)	2870	Rpm
Diámetro	4	Pulgadas
Potencia (P)	1	Hp
Eficiencia (e )	60	%

Fuente: Franklin Electric



6. Potencia del motor

$$P_M = 1.15 * P_B$$

$$P_M = 1.15 * 0.63Hp$$

$$P_M = 0.73Hp \approx 1 HP$$

7. Golpe de ariete

a) Calculo de la celeridad de Allievi

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 2", el espesor de tubo es de 2.31 mm, y la K para tubos de plástico de acuerdo a la siguiente Tabla 37, posee un valor de 33.33.

Tabla 37: Pérdidas por accesorios en la línea de conducción

Materiales	Ko
Acero	0.5
Fundición	1
Hormigón armado	5
Fibrocemento	5.5
PVC	33.33
PE (baja densidad)	500
PE (alta densidad)	111.111

Fuente: Hidráulica de tuberías, Juan G. Saldarriaga

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

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.0508}{0.00231}}}$$

$$C = 354.338 m/s$$

b) Calculo del tiempo de cierre

Para considerar las peores condiciones de funcionamiento, los cálculos se realizaron para cierre inmediato de la válvula de retención, de esta manera consideramos la sobrepresión máxima.

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

$$T = \frac{2 * (175m)}{354.338 m/s}$$

$$T = 0.987 s$$

c) Cálculo de sobrepresión

$ha = \frac{C * V}{g}$	$ha = \frac{354.338 \frac{m}{s} * 0.54m/s}{9.81 m/s^2}$	<b><math>ha = 19.505 m</math></b>
------------------------	---	-----------------------------------

d) Cálculo de la presión máxima

$P_{max} = h_a + H_{est\,descarga}$	$P_{max} = 19.505 + 23.019$	<b><math>P_{max} = 42.524m</math></b>
-------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

<b><math>P_{max} &lt; P_{Tuberia}</math></b>
--

<b><math>P_{max} &lt; 112 mca</math></b>
--

Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería de PVC cédula SDR 26, es de aproximadamente 112 m.c.a, podemos inferir que es factible el uso de esta denominación de tubería en la línea de conducción, pues cumple la norma ASTM.

Tabla 38: Presiones de trabajo de tubería PVC

SDR	Presiones de trabajo		
11	28.00 kg/cm <sup>2</sup>	400.00 PSI	280.00 M.C.A
13.5	22.40 kg/cm <sup>2</sup>	320.00 PSI	224.00 M.C.A
17	17.50 kg/cm <sup>2</sup>	250.00 PSI	175.00 M.C.A
26	11.20 kg/cm <sup>2</sup>	160.00 PSI	112.00 M.C.A
32.5	8.80 kg/cm <sup>2</sup>	125.00 PSI	88.00 M.C.A
41	7.00 kg/cm <sup>2</sup>	100.00 PSI	70.00 M.C.A
50	5.60 kg/cm <sup>2</sup>	80.00 PSI	56.00 M.C.A

Fuete: ASTM

#### 4.6.1.2 Diseño hidráulico de la red de distribución

##### 1. Idealización de la red

La red en su conjunto quedó distribuida por 18 nudos y 16 tuberías, de acuerdo a la conformación del terreno y a la ubicación de las viviendas a beneficiar, bajo la configuración de operación fuente – tanque – red, el estado de la red con el etiquetado de nodos, y tuberías se muestra a continuación en la tabla y figura 7.

Figura 7: Línea de conducción y red de distribución



Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

Tabla 39: Tubería de red propuesta

<b>ID Nudo</b>	<b>Cota m</b>	<b>ID Tubería</b>	<b>Longitud m</b>
Nudo N5	579.342	Tubería T1	115.64
Nudo N10	579.501	Tubería T2	91.66
Nudo N11	575.789	Tubería T3	67.38
Nudo N12	572.298	Tubería T4	127.96
Nudo N9	579.463	Tubería T5	27.25
Nudo N4	575.005	Tubería T6	62.98
Nudo N3	574.091	Tubería T7	68.29
Nudo N2	573.222	Tubería T8	118.17
Nudo N1	578.053	Tubería T9	69.26
Nudo N6	579.012	Tubería T10	112.86
Nudo N7	580.034	Tubería T11	104.56
Nudo N13	572.305	Tubería T12	70
Nudo N14	563.009	Tubería T13	111.46
Nudo N15	558.095	Tubería T14	88
Nudo N16	558.257	Tubería T15	31.42
Nudo N17	560.451	Tubería T16	175
Nudo N18	573.305	Tubería T17	26
Pozo	572.305	Bomba B1	No disponible
Tanque	595.324		

Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

## **2. Modelo hidráulico**

### a) Demanda en los nodos

Se calculó con el método de caudal por unidad de longitud de tubería, primeramente, se dividió el CMH al final del periodo de diseño entre la longitud efectiva de la red. Seguidamente, se multiplico el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente, para así obtener su valor de caudal.

### b) Elevación de los nodos

Elevación correspondiente a punto de referencia o a un cambio de dirección de la línea de conducción, los cuales fueron extraídos del levantamiento topográfico.

### c) Longitud de tubería

Corresponde a la longitud de cada tramo entre dos nodos consecutivos, obtenido de la propuesta de la red de distribución.

### d) Diámetro de la tubería

Se obtuvo del cálculo de diámetro de tubería según el método de Bresse

### e) Rugosidad

El coeficiente de rugosidad utilizado, según Hazen – Williams, corresponde al valor de 150, la cual es de material Tubo de cloruro de polivinilo (PVC),

## **3. Análisis hidráulico**

La simulación del sistema fue realizada con el software EPANET, considerando: tanque lleno y CMH, lo cual representa la condición más exigente, donde se presenta las mayores velocidades y altas presiones de trabajo, solamente por debajo de las presiones existentes cuando no hay demanda en el sistema.

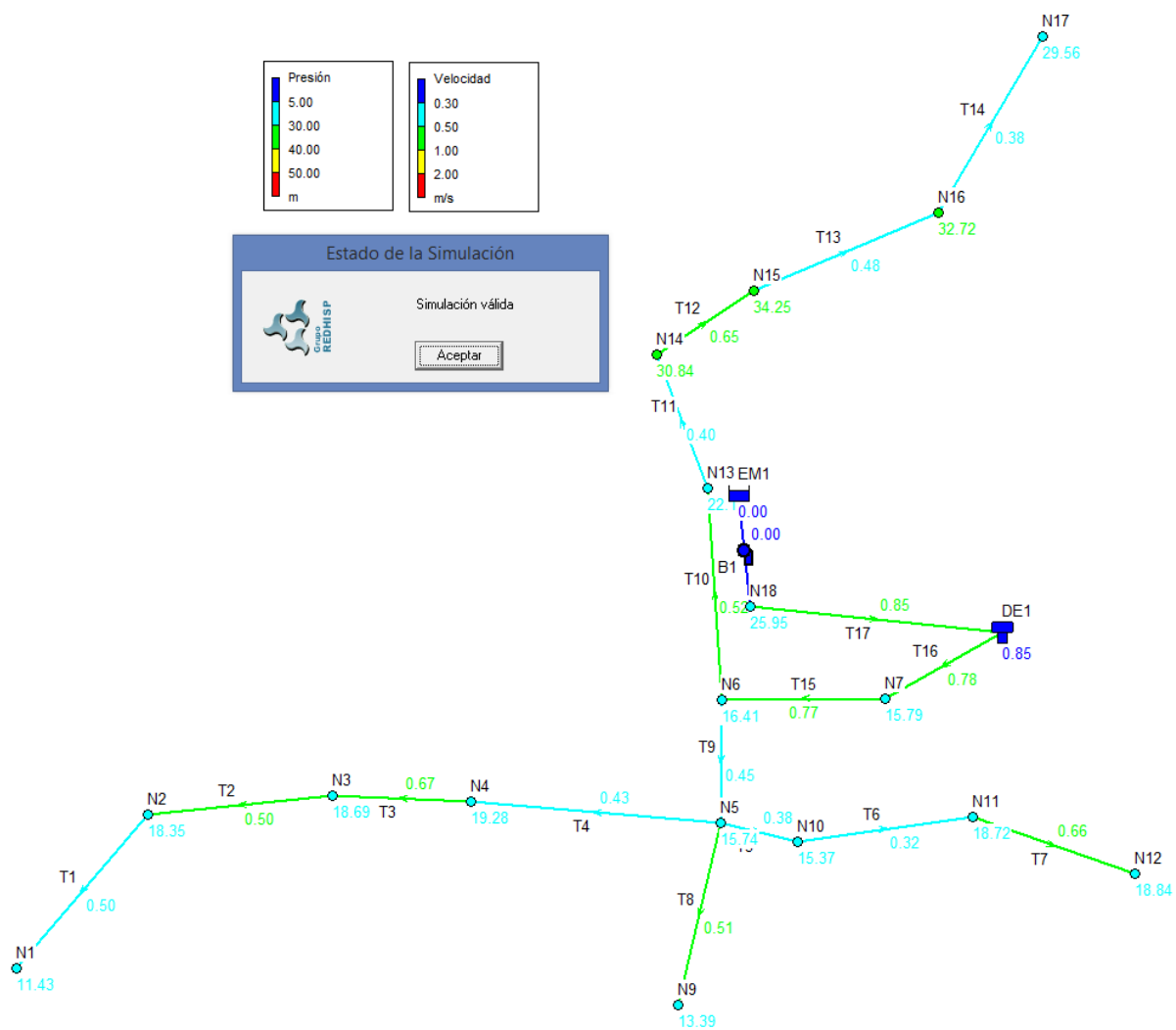
Todas las simulaciones se realizaron tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
2. La curva característica del equipo de bombeo seleccionado en la sección.
3. Las dimensiones del tanque de almacenamiento calculadas en la sección.
4. Tuberías de PVC, C = 150 y 2 pulgadas de diámetro.

a) Análisis de la red de distribución con CMH y tanque nivel mínimo

Se encontraron 16 tuberías, las cuales presentan velocidades entre los 0.4m/s y 2m/s, cuyos valores se encuentran en los rangos establecidos por la norma NTON.

Figura 8: Análisis de presiones y velocidades de la red



Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

## Presiones

Tabla 40: Análisis de presiones

Estado de los Nudos de la Red			
ID Nudo	Cota	Demanda base	Presión
	m	LPS	m
Nudo N5	579.342	0.0824	15.74
Nudo N10	579.501	0.0324	15.37
Nudo N11	575.789	0.0749	18.72
Nudo N12	572.298	0.0813	18.84
Nudo N9	579.463	0.1406	13.39
Nudo N4	575.005	0.1523	19.28
Nudo N3	574.091	0.0806	18.69
Nudo N2	573.222	0.1091	18.35
Nudo N1	578.053	0.1376	11.43
Nudo N6	579.012	0.0374	16.41
Nudo N7	580.034	0.0321	15.79
Nudo N13	572.305	0.1343	22.11
Nudo N14	563.009	0.1245	30.84
Nudo N15	558.095	0.0833	34.25
Nudo N16	558.257	0.1327	32.72
Nudo N17	560.451	0.1048	29.56
Nudo N18	573.305	0	25.95
Pozo	572.305	Sin Valor	0
Tanque Nivel Mínimo	595.324	Sin Valor	0.85

Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0



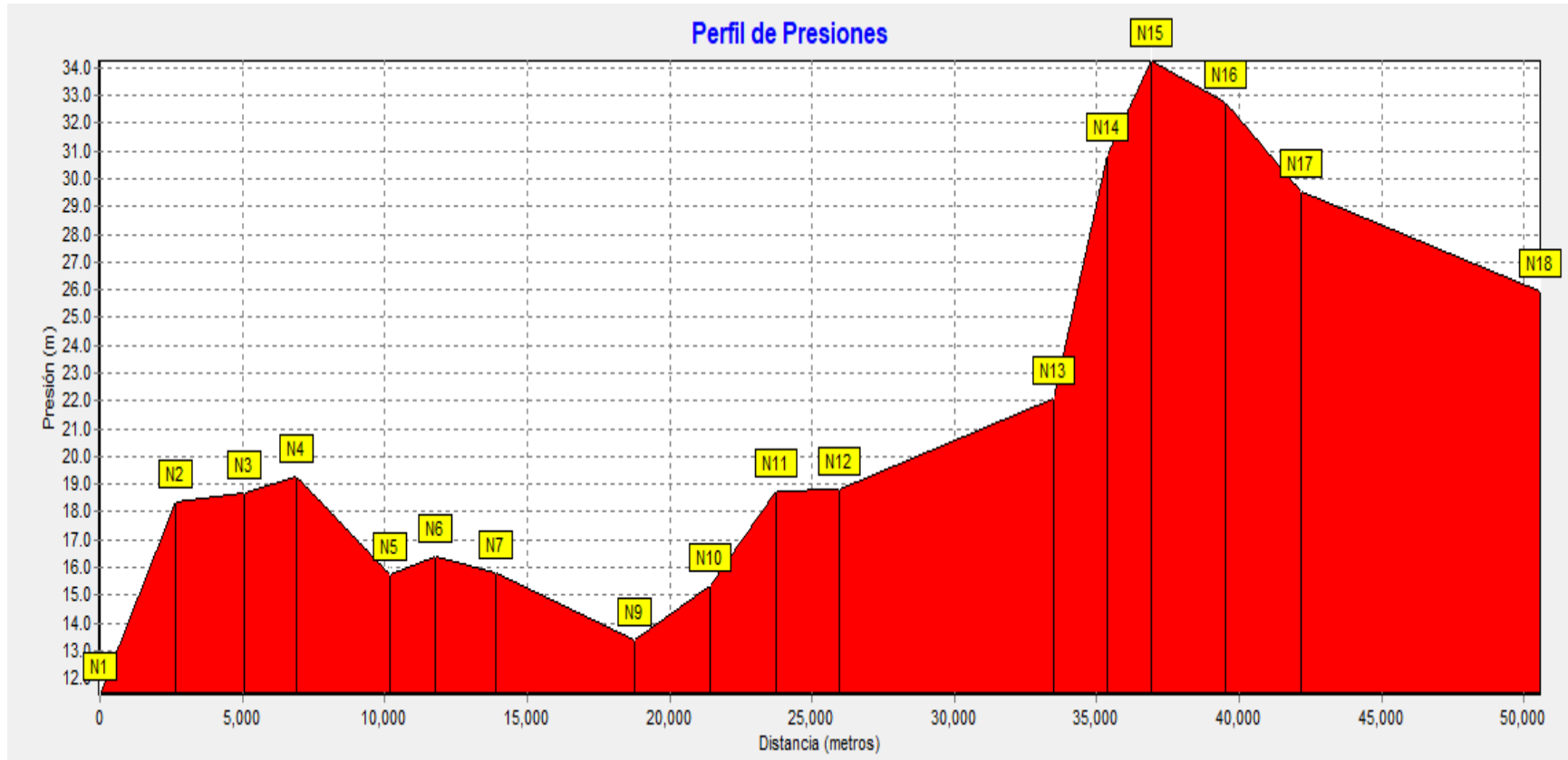
## Velocidades

Tabla 41: Análisis de velocidades

Estado de las Líneas de la Red							
ID de Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida unit.	Estado
	m	mm		LPS	m/s	m/km	
Tubería T1	115.64	18.75	150	-0.14	0.5	18.15	Abierta
Tubería T2	91.66	25	150	-0.25	0.5	13.18	Abierta
Tubería T3	67.38	25	150	-0.33	0.67	22.24	Abierta
Tubería T4	127.96	37.5	150	-0.48	0.43	6.26	Abierta
Tubería T5	27.25	25	150	0.19	0.38	8.01	Abierta
Tubería T6	62.98	25	150	0.16	0.32	5.65	Abierta
Tubería T7	68.29	12.5	150	0.08	0.66	49.36	Abierta
Tubería T8	118.17	18.75	150	0.14	0.51	18.89	Abierta
Tubería T9	69.26	50	150	-0.89	0.45	4.86	Abierta
Tubería T10	112.86	37.5	150	0.58	0.52	8.89	Abierta
Tubería T11	104.56	37.5	150	0.45	0.4	5.46	Abierta
Tubería T12	70	25	150	0.32	0.65	21.43	Abierta
Tubería T13	111.46	25	150	0.24	0.48	12.28	Abierta
Tubería T14	88	18.75	150	0.1	0.38	10.96	Abierta
Tubería T15	31.42	50	150	-1.51	0.77	12.88	Abierta
Tubería T17	175	50	150	0.43	0.38	17.63	Abierta
Tubería T16	26	50	150	1.54	0.78	13.39	Abierta
Bomba B1	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	0.43	0	-26.95	Marcha

Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

Figura 9: Perfil de presiones de la red de distribución



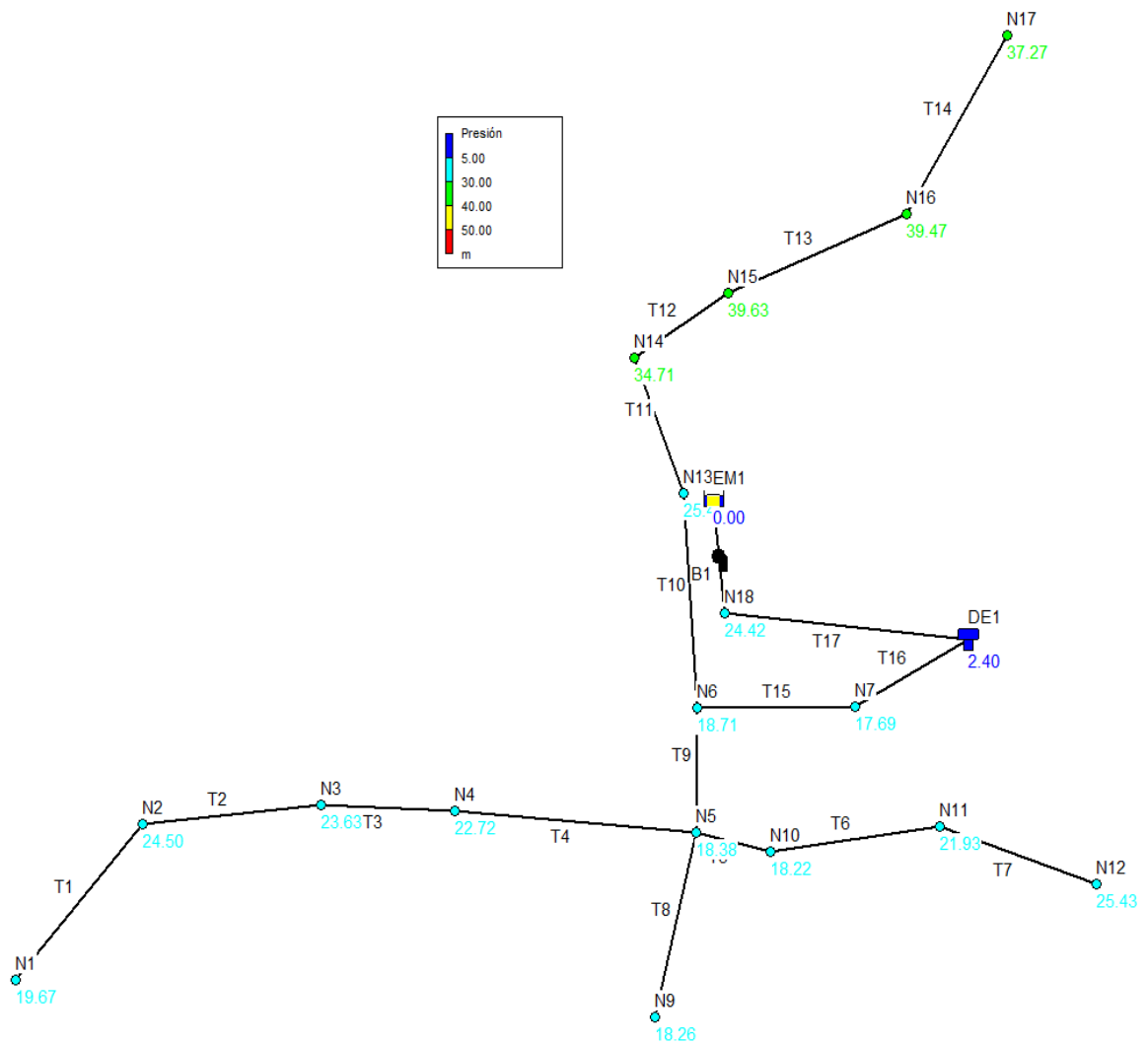
Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

b) Análisis de la red de distribución sin CMH

Bajo esta condición no se encontraron nodos con presiones por debajo de los 5 mca. Cabe señalar que la mayor parte de los nodos tiene presiones arriba de los 20 mca, aproximadamente 2/3 del total, y el resto con presiones menores de 20 mca.

La máxima presión registrada es de 39.63 metros, en el nodo 15, por consiguiente, ningún nodo sobre pasa la presión límite de 50 mca.

Figura 10: Análisis de presiones y velocidades de la red



Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

## Presiones

Tabla 42: Análisis de presiones

<b>Estado de los Nudos de la Red</b>		
<b>ID de Nodo</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
	<b>m</b>	<b>m</b>
Nudo N5	597.72	18.38
Nudo N10	597.72	18.22
Nudo N11	597.72	21.93
Nudo N12	597.72	25.43
Nudo N9	597.72	18.26
Nudo N4	597.72	22.72
Nudo N3	597.72	23.63
Nudo N2	597.72	24.5
Nudo N1	597.72	19.67
Nudo N6	597.72	18.71
Nudo N7	597.72	17.69
Nudo N13	597.72	25.42
Nudo N14	597.72	34.71
Nudo N15	597.72	39.63
Nudo N16	597.72	39.47
Nudo N17	597.72	37.27
Nudo N18	597.72	24.42
Embalse EM1	572.30	0
Depósito DE1	597.72	2.4

Fuente: Elaboración propia, Epanet 2.0

#### 4.6.1.3 Diseño de tanque de almacenamiento

El volumen del tanque lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia (20% CPDT), más el volumen de compensación (15% CPDT).

Tabla 43: Dimensionamiento de tanque de almacenamiento

<b>Dimensionamiento para tanque de almacenamiento superficial</b>	
Caudal de diseño (CPDT)	0.72 Lps 61.89 m <sup>3</sup> /d
<b>Norma rural INAA</b>	
Volumen compensador 15%CPD	9.28 m <sup>3</sup>
Volumen de reserva 20%CPD	12.38 m <sup>3</sup>
<b>Volumen total del tanque</b>	<b>22 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.1.4 Calidad del agua

Para que cumpliera con los requisitos establecidos por el INAA, fue necesario realizar pruebas de laboratorio físico, químicas, organoléptico y bacteriológico, las cuales dieron como resultado valores que están entre los rangos determinados, por ello inferimos que no requiere ningún tratamiento adicional, más que la desinfección a través del cloro, como tratamiento mínimo del agua establecido por la norma; se muestran a continuación los resultados del laboratorio:

Figura 11: Análisis de laboratorio del agua



Fuente: Enacal Esteli

#### 4.6.1.5 Tratamiento y desinfección

Tabla 44: Dosificación con hipoclorito de calcio

Año	CMD lps	CMD gpm	Vol. Cloro	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. de Solución	Dosificación gotas / min.	Costo de 1 Kg en polvo=US\$2+IVA	Costo de Cloro		
			lb./ día 0.012 x i x d	lb./ día ii / Conc.	gr./ día iii x 1,000 / 2.2	lt./ día iv / 1,000 x 100 / 1.54			Diario C\$	Mensual C\$	Anual C\$
2019	0.66	10.4612	0.2511	0.3587	163.0319	10.5865	95.5724	2.88	1.03	30.9890965	371.869158
2020	0.67	10.6197	0.2549	0.3641	165.5020	10.7469	97.0205	2.88	1.05	31.4586283	377.503539
2021	0.69	10.9367	0.2625	0.3750	170.4424	11.0677	99.9166	2.88	1.08	32.3976918	388.772301
2022	0.71	11.2537	0.2701	0.3858	175.3828	11.3885	102.8128	2.88	1.11	33.3367553	400.041064
2023	0.72	11.4122	0.2739	0.3913	177.8529	11.5489	104.2608	2.88	1.13	33.8062871	405.675445
2024	0.74	11.7292	0.2815	0.4021	182.7933	11.8697	107.1570	2.88	1.16	34.7453506	416.944207
2025	0.76	12.0462	0.2891	0.4130	187.7337	12.1905	110.0531	2.88	1.19	35.6844141	428.21297
2026	0.78	12.3632	0.2967	0.4239	192.6740	12.5113	112.9492	2.88	1.22	36.6234777	439.481732
2027	0.8	12.6803	0.3043	0.4348	197.6144	12.8321	115.8454	2.88	1.25	37.5625412	450.750494
2028	0.82	12.9973	0.3119	0.4456	202.5547	13.1529	118.7415	2.88	1.28	38.5016047	462.019257
2029	0.84	13.3143	0.3195	0.4565	207.4951	13.4737	121.6376	2.88	1.31	39.4406683	473.288019
2030	0.86	13.6313	0.3272	0.4674	212.4355	13.7945	124.5338	2.88	1.35	40.3797318	484.556782
2031	0.88	13.9483	0.3348	0.4782	217.3758	14.1153	127.4299	2.88	1.38	41.3187953	495.825544
2032	0.91	14.4238	0.3462	0.4945	224.7864	14.5965	131.7741	2.88	1.42	42.7273906	512.728687
2033	0.93	14.7408	0.3538	0.5054	229.7267	14.9173	134.6702	2.88	1.46	43.6664541	523.99745
2034	0.95	15.0578	0.3614	0.5163	234.6671	15.2381	137.5664	2.88	1.49	44.6055177	535.266212
2035	0.97	15.3748	0.3690	0.5271	239.6074	15.5589	140.4625	2.88	1.52	45.5445812	546.534974
2036	1	15.8503	0.3804	0.5434	247.0180	16.0401	144.8067	2.88	1.57	46.9531765	563.438118
2037	1.02	16.1673	0.3880	0.5543	251.9583	16.3609	147.7028	2.88	1.60	47.89224	574.70688
2038	1.05	16.6428	0.3994	0.5706	259.3689	16.8421	152.0470	2.88	1.64	49.3008353	591.610024
2039	1.07	16.9598	0.4070	0.5815	264.3092	17.1629	154.9432	2.88	1.67	50.2398989	602.878786

Fuente: Elaboración propia

## **4.7 Evaluación ambiental**

En el presente inciso, se pretende recoger una síntesis de las condiciones operacionales correspondiente al entorno afectable por la realización de este proyecto.

En la actualidad el control y la normativa de los estudios de evaluación ambiental para los proyectos de desarrollo está asignada al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), por medio de la ley creadora de MARENA 1-94, ley 290 de la organización del estado, la ley general del ambiente ley 217 y su reglamento y el decreto para la administración de estudios de impacto ambiental EIA y permisos ambientales en el decreto 76-2006.

En este estudio se define la línea base ambiental, la cual es el punto de partida para evaluar los impactos negativos y positivos que genera el proyecto, tanto en la etapa de construcción como en la de funcionamiento, a través de un conjunto de matrices. En la evaluación se abordan los factores afectados, como: el suelo, la salud y el ambiente humano, realizando un programa de mitigación para los impactos negativos críticos de la obra.

### **1. Descripción general del proyecto**

El emplazamiento del proyecto tiene por ubicación el municipio de Condega, comunidad El Mojón, con una población estimada de 377 habitantes. Se prevé que la ejecución de la obra tendrá una baja incidencia de impactos negativos sobre los habitantes, que transitan sobre la vía, próximos a la ubicación de la red de distribución y línea de conducción.

Las etapas de construcción de la obra son: preliminares, movimiento de tierra, instalación de tuberías, construcción de tanque de almacenamiento y limpieza final. Durante todos los trabajos de excavación es muy probable la emisión de ruido, emisiones de partículas, afectaciones a la vegetación existente.



## **2. Instrumentos ambientales SISGA y su relación en el marco legal nacional**

En Nicaragua mediante el decreto 76-2006, se establecen las bases que rigen el sistema de evaluación ambiental en el país. Dicho decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece tres categorías ambientales.

El proyecto de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable de tipo MABE en la comunidad de El Mojón, está considerado un proyecto de categoría tres, quedando sujeto a una valoración de impacto ambiental.

Categoría ambiental III: la componen los proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedarán sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondiente.

El proceso de valoración quedará a cargo de las delegaciones territoriales de MARENA, en coordinación con las unidades ambientales sectoriales y municipales pertinentes, según sea el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los consejos regionales a través de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el MARENA.

## **3. Componentes ambientales a ser analizados**

La valoración consiste en determinar los elementos con impactos negativos y positivos generados por el proyecto, este análisis se realizó durante la etapa de construcción en las distintas actividades de ejecución. Luego, se consideran los impactos positivos y negativos en una tabla resumen, esto con el fin de razonar las medidas de mitigación que se deben realizar durante la construcción del proyecto.

### **Línea base ambiental**

A continuación, se presenta la LBA, destacando las principales situaciones positivas y negativas detectadas en el área del proyecto durante la construcción:

Tabla 45: Línea base ambiental

Categoría	Componente ambiental	Variable
Estudio del medio físico	Calidad del aire	Fuentes principales de emisión.
		Niveles de emisión alcanzados en determinados lugares
		Características meteorológicas de la zona de estudio con la calidad del aire
		Áreas de especial sensibilidad
		Estudio de la corrosión
		Estudio de contaminación por ruido
		Estudio de las vibraciones
	Geología y geomorfología	Estudio de las características geológicas y geotectónicas de los materiales
		Condiciones sísmicas e historial
		Hidrogeología
	Suelos	Calidad paisajísticas propia de una comunidad urbana
		Dureza
Estudio del medio socioeconómico y ambiental	Espacios públicos	Movimientos peatonales
		Equipamiento
		Grado de insuficiencia e insatisfacción de los servicios básicos
		Evaluación de los recursos turísticos del área de estudio
	Salud	Servicios de salud
		Población sin servicio de agua
		Incremento de los niveles de morbilidad y mortalidad relacionada con la carencia de servicio de agua
		Expectativas en la mejora del sector salud en pro de mejor calidad de vida
		Demandas por características de la población
	Calidad de vida	Sensibilización de la población
		Cercanía a las fuentes de materia prima
		Disponibilidad de mano de obra y su calificación técnica
	Economía	Recursos naturales y locales
		Condiciones naturales tales como topografía, resistencia del suelo, drenaje natural, etc.
		Población dedicada al sector agrícola y ganadero, de ahí su representatividad dentro del conjunto de población agrícola
		Cercanía y vinculación a vías importantes de circulación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Identificación de impactos negativos en la etapa de construcción

<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Acciones impactantes</b>	<b>Efectos</b>	<b>Factor ambiental afectado</b>
Preliminares	Movimiento de tierra	Producción de ruidos	Calidad del aire
		Producción de polvos	
		Riesgo de inestabilidad de laderas	Suelos
		Riesgo de daño a la infraestructura pública o privada	Medio constructivo
Construcción de tanque de almacenamiento	Trabajos preliminares (Limpieza descapote)	Producción de polvos	Calidad del aire
		Riesgo de erosión	Aire /suelo
	Movimiento de tierra	Compactación del suelo	Tierra / suelo
		Producción de polvos	
		Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	
		Emisión de ruidos	
	Destrucción de suelo vegetal		
	Construcción del tanque	Riesgos de accidentes laborales	Población
Producción de ruidos		Ruidos	
Construcción de tanque de mini acueducto	Trabajos de construcción de tuberías, depósitos, conexiones y obras de protección	Producción de polvos	Calidad del aire
		Producción de ruidos	Ruidos
		Riesgos de inestabilidad de tierras en zanjas	Geológicos
		Riesgo de daño a la infraestructura pública o privada	Medio constructivo
		Riesgos de accidentes laborales	Población

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Identificación de impactos negativos en la etapa de funcionamiento

<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Impactos o acciones del proyecto</b>	<b>Factor del medio afectado</b>	<b>Efecto directo</b>
Funcionamiento de la estación de bombeo	Extracción de agua	Salud humana	Riesgo de contaminación por falta de higiene en la manipulación
		Calidad de vida	No tiene efectos negativos sobre la calidad de vida
		Población	Bajo riesgo de accidentes laborales
Sistema de tratamiento del agua	Funcionamiento del sistema de tratamiento	Calidad de vida	Mala calidad del servicio de agua potable pese al posible deterioro del sistema de desinfección de las agua de consumo humano
		Salud humana	Riesgo de contaminación por falta de mantenimiento y limpieza del sistema
Tanque de almacenamiento	Funcionamiento del tanque de almacenamiento	Salud humana	Riesgo de contaminación del agua, por falta de aplicación de desinfectantes
		Calidad de vida	Deterioro del servicio ante mal funcionamiento del comité de agua (CAPS), lo que afecta la sostenibilidad del proyecto a largo plazo
		Población	Bajo riesgo de accidentes
Redes, conexiones y protección	Funcionamiento del sistema de distribución	Salud humana	Riesgo de contaminación por asentamiento de residuos en el tanque de materias impuras (polvo y residuos contenidos en el agua)
		Población	Riesgo por accidentes
		Calidad de vida	Deterioro del servicio ante deficiencia de funcionamiento del comité de agua (CAPS), lo que afecta la sostenibilidad del proyecto a largo plazo
		Fuentes energéticas	Aumento del consumo de energía eléctrica en los mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Identificación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.

<b>ETAPA DEL PROYECTO O</b>	<b>IMPACTOS O ACCIONES DEL PROYECTO</b>	<b>FACTOR DEL MEDIO AFECTADO</b>	<b>EFFECTO DIRECTO</b>
<b>Funcionamiento de la estación de bombeo</b>	Extracción de agua	Salud humana	Representará uno de los medios esenciales del conjunto de diseño permitiendo el transporte de vital líquido por la línea de conducción.
		Calidad de vida	No tiene efecto negativos.
		Población	Tranporte de vital líquido hasta el tanque de almacenamiento.
<b>Sistema de tratamiento del agua</b>	Funcionamiento del sistema de tratamiento	Calidad de vida	Desinfección de las aguas para consumo humano.
		Salud humana	Disminución de enfermedades gastrointestinales.
<b>Tanque de almacenamiento</b>	Funcionamiento del tanque de almacenamiento	Salud humana	Aplicación de tratamiento de desinfección.
		Calidad de vida y población	Proveer a la población.
<b>Redes, conexiones y protección</b>	Funcionamiento del sistema de distribución	Salud humana	Asegurar a cada abonado un servicio pago y de calidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Matriz causa y efecto de los impactos negativos en la etapa de construcción

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTO NEGATIVOS							IA01
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: Construcción acciones impactantes del proyecto					
		Preliminares	Movimiento de tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras sanitarias	Limpieza final
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Clima	M1		x				
Calidad de aire	M2		x	x	x		x
Ruidos y Vibraciones	M3			x		x	x
Geología y Geomorfología	M4		x	x		x	x
Hidrología superficial y subterránea	M5						
Suelo	M6	x	x	x		x	x
Vegetación	M7		x			x	
Fauna	M8						
Paisaje	M9	x	x				
Relaciones Ecológicas	M10						
Sistema de Asentamiento	M11						
Transporte y vialidad	M12						
Acueducto	M13						
Alcantarillado	M14						
Tratamiento Des.sólidos	M15						
Habitat humano	M16					x	
Espacios públicos	M17		x				
Paisaje urbano	M18						
Equipamiento de servicio	M19						
Regulaciones Urb. Y Arq.	M20						
Salud	M21						
Calidad de vida	M22						
Factores socioculturales	M23						
Vulnerabilidad	M24						
Economía	M25					x	
Relaciones dependencia	M26						
Fuentes energéticas	M27						

Fuente: Elaboración propia



Tabla 51: Acciones de impactos negativos en la etapa de construcción.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS									IA03		
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN									
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							Valor de la alteración	Maximo valor de la alteración	Grado de alteración
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras Sanitarias	Limpieza final (Primera etapa)				
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C8				
CLIMA	M1		-24						-24	100	-12
CALIDAD DEL AIRE	M2		-31	-30	-28		-24		-	400	-19
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3			-34		-31	-25		-90	300	-11
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4		-31	-32		-32	-30		-	400	-25
SUELO	M6	-24	-33	-34		-32	-23		-	500	-21
VEGETACION	M7		-34			-24			-58	200	-15
PAISAJE	M9	-24	-30						-54	200	-18
HABITAT	M16					-33			-33	100	-17
ESPACIOS PUBLICOS	M17		-26						-26	100	-13
VULNERABILIDAD	M24					-32			-32	100	-3
Valor Medio de Importancia		-29									
Dispersión Típica		4									
Rango de Discriminación		-33									
Valor de la Alteración		-48	-	-	-28	-	-102	-	-	-	-
Máximo Valor de Alteración		200	700	400	100	600	400			2400	
Grado de Alteración		-3	-15	-22	-14	-26	-20				-29

En el caso de los negativos		
Valor por encima del rango		IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

Fuente: Elaboración propia



Tabla 52: Matriz causa y efecto de los impactos positivos en la etapa de construcción.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS		IA04					
		ETAPA: CONSTRUCCION ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO					
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		Preliminares	Movimiento de Tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras Sanitarias	Limpieza final
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6
CLIMA	M1						X
CALIDAD DEL AIRE	M2						X
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3						
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4						
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5					X	
SUELO	M6		X				
VEGETACION	M7						X
FAUNA	M8						
PAISAJE	M9					X	X
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10						
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11						
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M12						
ACUEDUCTO	M13						
ALCANTARILLADO	M14						
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15						
HABITAT HUMANO	M16				X	X	X
ESPACIOS PUBLICOS	M17						X
PAISAJE URBANO	M18						
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19						
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20						
SALUD	M21				X	X	X
CALIDAD DE VIDA	M22					X	X
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23						
VULNERABILIDAD	M24						
ECONOMIA	M25	X	X	X	X	X	X
RELACIONES DEPENDENCIA	M26						
FUENTES ENERGETICAS	M27						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Matriz para la evaluación de impactos positivos en la etapa de construcción.

		MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS POSITIVOS																												IA05									
		VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTO																																					
IMPACTOS	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= 3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS]]	Valor Máximo de Importancia		
	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Critica	Largo plazo	Mediano plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a C.Plazo	Recuperación a M.Plazo	Irrecuperable	Simple (Sin sinergia)	Sinergico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y Descontinuo	Periodico	Consumo	Minima	Media	Alta			Maxima	Total
	Natural eza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)																								
	Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																						
C1M25	(-)		1						4					4			2		1				1			4		4		2				4			33	100	
C2M6	(-)		1						1					2			2		1				1			4		4		2				8			29	100	
C2M25	(-)		1						4					4			2		1				1			2		4		2				4			31	100	
C3M25	(-)		1						4					4			2		1				1			1		4		4				4			32	100	
C4M16	(-)		1						2					2			2		1				1			4		4		2				4			27	100	
C4M21	(-)		1						8					4			4		1				1			4		4		2				8			47	100	
C4M25	(-)		1						4					4			2		1				1			2		4		2				4			31	100	
C5M5	(-)		1						2					2			2		1				1			4		4		2				8			31	100	
C5M9	(-)		1						2					4			2		1				1			2		4		2				8			31	100	
C5M16	(-)		1						8					4			2		1				1			4		4		2				8			45	100	
C5M21	(-)		1						4					4			4		1				1			4		4		4				8			41	100	
C5M22	(-)		1						4					4			4		1				1			4		4		4				4			37	100	
C5M25	(-)		1						4					4			2		1				1			4		4		2				8			37	100	
C6M1	(-)		1						2					2			2		1				1			2		4		1				4			24	100	
C6M2	(-)		1						2					2			2		1				1			2		4		1				4			24	100	
C6M7	(-)		1						2					2			2		1				1			2		4		2				2			23	100	
C6M9	(-)		1						1					2			2		1				1			2		4		1				2			20	100	
C6M16	(-)		1						1					2			2		1				1			2		4		2				2			21	100	
C6M17	(-)		1						1					2			2		1				1			2		4		4				4			25	100	
C6M21	(-)		1						1					2			2		1				1			4		4		2				4			25	100	
C6M22	(-)		1						2					2			2		1				1			4		4		2				2			25	100	
C6M25	(-)		1						4					4			2		1				1			4		4		2				2			31	100	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Factores que afectan positivamente en la etapa de construcción.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS								IA06			
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCION									
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO									
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras Sanitarias	Limpieza final (Primera etapa)	Valor de la alteración	Maximo valor de la alteración	Grado de alteración	
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6				
CLIMA	M1						24	24	100	24	
CALIDAD DEL AIRE	M2						24	24	100	24	
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5					31		31	100	31	
SUELO	M6		29					29	100	29	
VEGETACION	M7						23	23	100	23	
PAISAJE	M9					31	20	51	200	26	
HABITAT	M16				27	45	21	93	300	31	
ESPACIOS PUBLICOS	M17						25	25	100	25	
SALUD	M21				47	41	25	113	300	38	
CALIDAD DE VIDA	M22					37	25	62	200	31	
ECONOMIA	M25	33	31	32	31	37	31	195	600	33	
Valor Medio de Importancia		30									
Dispersión Típica		7									
Rango de Discriminación		23									
Valor de la Alteración		33	60	32	105	222	218	670			
Máximo Valor de Alteración		100	200	100	300	600	900		2200		
Grado de Alteración		2	4	5	53	32	44			30	

En el caso de impactos positivos		
Valor por encima del rango		IMPACTOS RELEVANTES
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Matriz causa y efecto de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS		IA07			
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA DE FUNCIONAMIENTO			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		Estación de bombeo	Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4
CLIMA	M1				
CALIDAD DEL AIRE	M2				
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3				
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4				
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5				
SUELO	M6				
VEGETACION	M7				
FAUNA	M8				
PAISAJE	M9				
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10				
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11				
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M12				
ACUEDUCTO	M13				
ALCANTARILLADO	M14				
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15				
HABITAT HUMANO	M16				
ESPACIOS PUBLICOS	M17				
PAISAJE URBANO	M18				
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19				
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20				
SALUD	M21	x	x	x	x
CALIDAD DE VIDA	M22	x	x	x	x
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23				
VULNERABILIDAD	M24				
ECONOMIA	M25				
RELACIONES DEPENDENCIA	M26				
FUENTES ENERGETICAS	M27				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Valores de impactos negativos en la etapa de funcionamiento

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS							IA08		
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: FUNCIONAMIENTO							
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
		Estación de bombeo	Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución	Valor de la alteración	Maximo valor de la alteración	Grado de alteración	
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4				
Salud	M21	-20	-20	-20	-20	-80	400	-20	
Calidad de vida	M22	-20	-20	-20	-20	-80	400	-20	
Valor medio de importancia		-20							
Dispersión típica		0							
Rango de discriminación		-20							
Valor de la alteración		-40	-40	-40	-40	-160			
Máximo valor de alteración		200	200	200	200		800		
Grado de alteración		-20	-20	-20	-20			-20	

En el caso de los negativos		
Valor por encima del rango		IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

Tabla 57: Matriz causa y efecto de impactos positivos en la etapa de funcionamiento

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS						IA09
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: FUNCIONAMIENTO				
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO				
		Estación de bombeo	Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución	
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4	
SALUD	M21	X	X	X	X	
CALIDAD DE VIDA	M22	X	X	X	X	

Tabla 58: Valoración de impactos positivos en la etapa de funcionamiento

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS								IA10	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: FUNCIONAMIENTO							
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
			Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución	Valor de la alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de alteración	
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4				
SALUD	M21	51	51	51	51	204	400	51	
CALIDAD DE VIDA	M22	51	51	51	51	204	400	51	
Valor Medio de Importancia		51							
Dispersión Típica		0							
Rango de Discriminación		51							
Valor de la Alteración		102	102	102	102	408			
Máximo Valor de Alteración		200	200	200	200		800		
Grado de Alteración		51	51	51	51			51	

En el caso de impactos positivos		
Valor por encima del rango		IMPACTOS RELEVANTES
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

### Resultados de los impactos negativos y positivos

Número total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto.

Tabla 59: Total de impactos negativos en el proyecto

ETAPA	Impactos negativos	Impactos moderados	Impactos irrelevantes
Construcción	5	13	6
Funcionamiento	0	0	8

Fuente: Elaboración propia

La mayor cantidad de impactos negativos se generan en la etapa de construcción, tales como la alteración a la calidad del aire, la producción de ruidos y vibraciones por la maquinaria y equipos, y riesgo de erosión de los suelos. En la etapa de funcionamiento se producen 8 impactos irrelevantes, lo que indica que el proyecto funcionaria de manera satisfactoria en el medio. A partir de estos impactos negativos se formulan acciones para mitigar la alteración al medio ambiente.

### Número total de impactos ambientales positivos generados en el proyecto

*Tabla 60: Total de impactos positivos del proyecto*

ETAPA	Impactos negativos	Impactos moderados	Impactos irrelevantes
Construcción	2	15	5
Funcionamiento	0	8	0

Fuente: Elaboración propia

El proyecto produce impactos positivos tanto en la construcción como en el funcionamiento que benefician a la población, tales como la mejora de la calidad de vida y salarios, en el aporte temporal a la economía local, al generar empleos a los obreros de la construcción.

## Medidas de mitigación

Tabla 61: Medidas de mitigación.

ACCIÓN	EFECTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>Trabajos de limpieza y desmonte en los predios del tanque de almacenamiento y caseta de bombeo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe delimitar y señalar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por los organismos componentes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Afectación de la cobertura vegetal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si en el predio a intervenir se encuentran árboles para tala se deberá solicitar el permiso correspondiente al INAFOR y a la municipalidad.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impacto visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para el caso del predio de la caseta de bombeo, se deberá recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la actividad, retirando todos los materiales y residuos provocados.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de material particulado y polvo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportar el material de excavación cubierto (con malla rachel u otra).</li> </ul>
<b>Actividades de zanjeo y excavaciones estructurales para el depósito y caseta de bombeo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedecer la superficie a excavar para evitar partículas suspendidas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de los niveles de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar, transportar y disponer residuos sobrantes, en lugares autorizados.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible desplazamiento de especies de fauna terrestre, aérea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar trabajos de excavación en horarios diurnos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción y afectación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe delimitar y señalar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por los organismos competentes.</li> <li>• Si en el corredor a intervenir se encuentran árboles para tala se deben ubicar los nidos de aves y proceder a su rescate (cruces por las quebradas a través del terreno).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia



#### 4.8 Presupuesto del proyecto

Una vez definido los cálculos de costo, se obtuvo que el valor total de la obra asciende a 2,212,501.64, equivalente a U\$ 67,045.50. el tipo de cambio oficial que se hizo al momento de realizado el presupuesto (20/01/2019), fue de C\$ 33.

Tabla 62: Resumen de costos del proyecto

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>u/m</b>	<b>Costo total Directo</b>
310	Preliminares		
340	Perforación Pozo	<b>Glb</b>	C\$ 1469,002.51
360	Cruce Aéreo Sobre Rio y Cauce	<b>Glb</b>	C\$ 17,646.90
350	Conexiones Domiciliares	<b>Glb</b>	C\$ 38,596.00
320	Línea de Conducción	<b>Glb</b>	C\$ 40,504.35
330	Red de Distribución	<b>Glb</b>	C\$ 297,425.63
360	Cerco de Protección y Reforestación	<b>Glb</b>	C\$ 18,094.25
370	Limpieza y Entrega Final	<b>Glb</b>	C\$ 15,350.00
A	Total Costos Directos		C\$ 1896,619.64
B	Costos Indirectos (10% CD)		C\$ 189,661.96
C	Sub Total (A+B)		C\$ 2086,281.60
D	Administración 6% (CD+CI)		C\$ 125,176.90
E	Utilidades 5% (CD+CI)		C\$ 104,314.08
F	Sub Total (C+D+E)		C\$ 2190,595.68
G	Impuesto 1% (F)		C\$ 21,905.96
H	Costo Total de la Inversión (F+G)		C\$ 2212,501.64
	Costo Total de la Inversión en dólar (T/C= 33 C\$)		\$ 67,045.50

Fuente: Elaboración propia

#### **4.8.1 Costo de operación y mantenimiento**

Para brindar un buen servicio eficiente y continuo a la población, es necesario determinar los costos de operación y mantenimiento del sistema durante su periodo de diseño.

##### **4.8.1.1 Gastos administrativos**

Para la operación y mantenimiento del sistema, se propondrá una persona las actividades de responsable administrativo, fontanero y clorador.

###### **1. Gastos de personal**

Se considerará un gasto mensual administrativo de C\$ 3,600.

Sueldo anual= C\$ 3,600 x 12 meses = C\$ 43, 200.00

###### **2. Gastos de transporte**

Se considerará un gasto mensual de transporte de C\$ 80.00

Gasto de transporte = C\$ 80.00 x 12 meses = C\$ 960.00

##### **4.8.1.2 Costo de mantenimiento**

###### **1. Mantenimiento de cerco de protección**

Tal actividad consiste en la reparación de los cercos de las obras hidráulicas, como obra de captación, pilas rompe presión y tanque de almacenamiento, el cual se realizará una vez al año y tendrá un costo del 1% del valor total del costo del cerco.

Costo de cercos = C\$ 18, 094.25 x 1% = C\$ 180.95

###### **2. Limpieza de predios**

Esto consiste en la limpieza de montes en los predios de las obras hidráulicas las cuales se realizarán 4 veces al año y su costo será de C\$ 110 c/u.

Costo anual = C\$ 110.00 X 4 = C\$ 440.00

### **3. Limpieza de obras hidráulicas**

Esta actividad de limpieza consiste en mejorar la calidad del agua, la cual se realizará cada mes con un valor de C\$ 270.50 por limpieza

$$\text{Costo anual} = \text{C\$ } 270.00 \times 12 = \text{C\$ } 3,246.00$$

### **4. Mantenimiento de la estación de bombeo**

Esta actividad consiste en el mantenimiento de la bomba, como los dispositivos que la conforman, tanto accesorios como tuberías; se ejecuta cada 5 años, y tendrá un costo del 5% del costo total de la estructura.

$$\text{Costo anual de mantenimiento} = \text{C\$ } 28,689.24 \times 5\% = \text{C\$ } 1,434.46$$

### **5. Mantenimiento de tanque de almacenamiento**

Consiste en la reparación de tuberías y accesorios, dicha actividad se realizará cada 5 años y tendrá un costo del 5% del costo de la estructura.

$$\text{Costo anual} = \text{C\$ } 93,566.05 \times 5\% = \text{C\$ } 4,678.30$$

### **6. Mantenimiento de la línea de conducción y red de distribución**

Tendrá un costo de mantenimiento de C\$ 1.50 por metro de tubería.

$$\text{Costo anual} = \text{C\$ } 1.50 \times 5,209 \text{ m} = 7,813.50$$

#### **4.8.1.3 Tarifa de agua potable**

Una vez determinado los costos de operación y mantenimiento, se procedió a estimar una tarifa aproximada para el pago del servicio, dicha tarifa será con el objetivo de garantizar que el sistema sea auto sostenible durante su periodo para el que fue diseñado.

$$\text{Tarifa anual} = \frac{CT}{\# \text{ viviendas}}$$

$$\text{Tarifa anual} = \frac{\text{C\$ } 87,280.45}{60}$$

C\$ 1,454.67

La tarifa anual es de C\$ 1,454.67, que será dividida entres 12 meses para determinar el valor del costo mensual por vivienda, que tendría un valor de C\$ 121.0

Tabla 63: Costo de operación y mantenimiento durante el periodo de diseño

Años	Costos Operativos C\$		Costo de Mantenimiento C\$						Costo total C\$	
	Cloración	Admón.	Cerco	Limpieza Predios	Limpieza obras hidráulicas	Estación de bombeo	Tanque Almac.	Línea de conducción y red	Mensual	Anual
2019	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2020	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2021	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2022	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2023	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2024	32400.00	43200.00	180.95	440.00	3246.00	1434.46	4678.30	7813.50	7782.77	93393.21
2025	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2026	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2027	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2028	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2029	32400.00	43200.00	180.95	440.00	3246.00	1434.46	4678.30	7813.50	7782.77	93393.21
2030	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2031	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2032	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2033	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2034	32400.00	43200.00	180.95	440.00	3246.00	1434.46	4678.30	7813.50	7782.77	93393.21
2035	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2036	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2037	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2038	32400.00	43200	180.95	440	3246			7813.5	7273.37	87280.45
2039	32400.00	43200.00	180.95	440.00	3246.00	1434.46	4678.30	7813.50	7782.77	93393.21
Total	680400.00	907200	3799.95	9240	68166	5737.84	18713.2	164083.5	154778.3742	1857340.49

Fuente: Elaboración propia



## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.9 Conclusiones**

1. Presenta una población joven, con poco acceso al empleo, poseen servicios de eliminación de excretas regulares, y un servicio de agua potable ineficiente; no obstante, el servicio eléctrico es adecuado.
2. La tasa de crecimiento población es baja, aun inferior a la tasa mínima de crecimiento establecida por la NTON.
3. El relieve de la zona es bastante ondulado, que facilita la instalación de una red de agua potable.
4. Dada las características hidrogeológicas encontradas, se infiere que existe agua subterránea suficiente para impulsar proyectos de agua potable a nivel rural; en este caso la comunidad tiene acceso al caudal necesario según su demanda.
5. El diseño de agua potable se proyectó para una población de 377, para ellos se hizo uso de infraestructura existente que se encuentra en buen estado.
6. Este proyecto no genera un impacto importante, dada las dimensiones del mismo.
7. Atendiendo al costo del proyecto y a los requerimientos de operación y mantenimiento, el proyecto es sostenible.

#### **4.10 Recomendaciones**

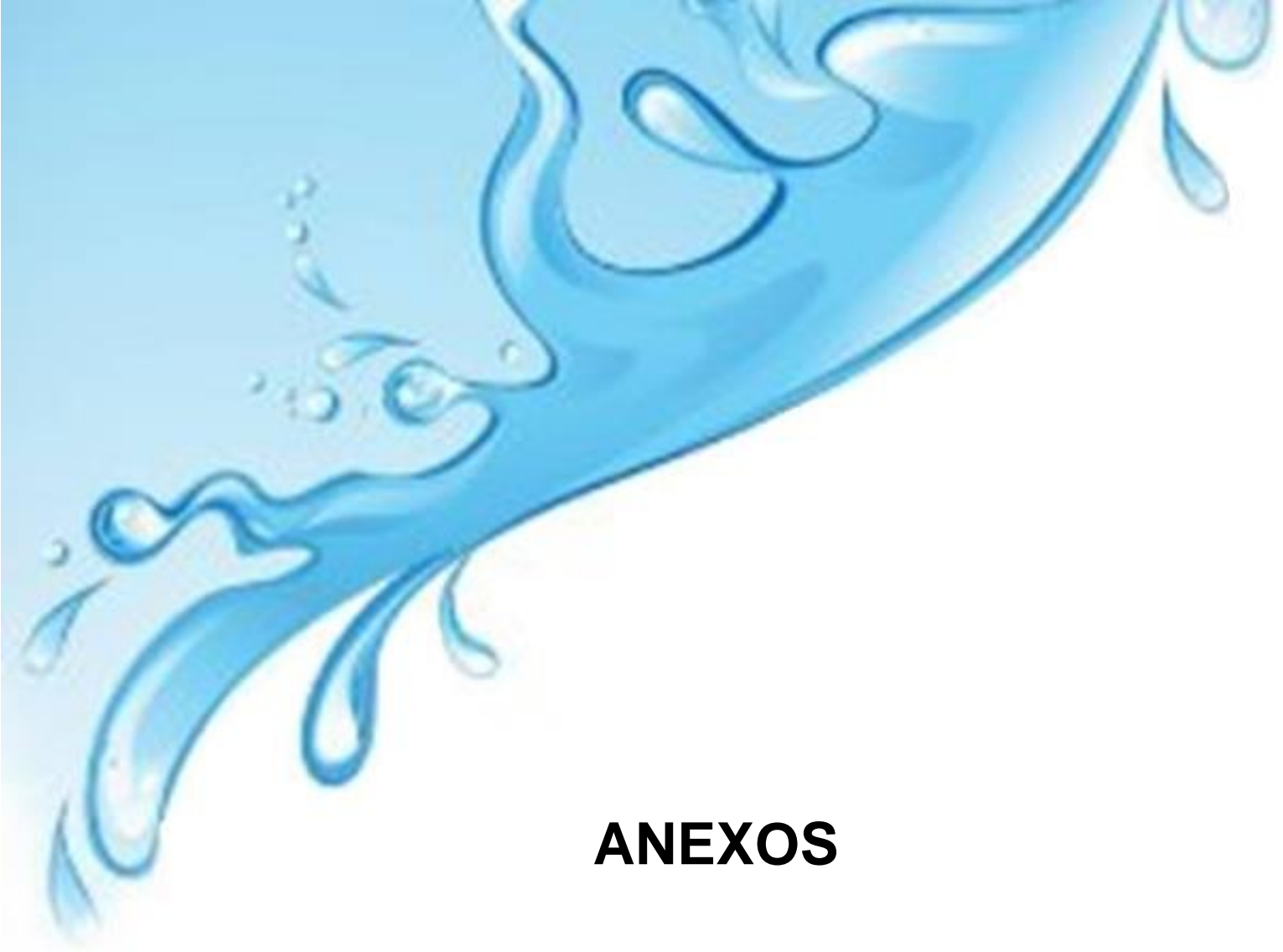
1. Mejorar la capacidad organizativa y de gestión, para promover mejoras en los servicios sanitarios.
2. Promover la gestión para la generación de fuentes de empleo que permitan arraigar a la juventud en la comunidad.
3. Aprovechas las características topográficas de la comunidad para promover un buen sistema urbanístico, debido a que el relieve favorece el desarrollo de infraestructuras diversas.
4. Se recomienda a la población no construir cerca de las orillas o salientes del río, y o construir obras de control de torrentes como gaviones, etc. en los cauces más importantes.
5. La reposición de la infraestructura hidráulica futura debe de considerar las normas del INAA, procurando mínimas excepciones a fin de que el sistema opere de la manera más eficiente posible.
6. Realizar un plan de manejo de las microcuencas, para promover la infiltración de las precipitaciones y aumentar en el largo plazo la cantidad de agua subterránea disponible.
7. Mejorar la organización del CAPS, a fin de que tengan un fondo para futuras reparaciones, reposiciones y mantenimiento del sistema de agua potable.



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ANA. (2010). *Ley general de aguas nacionales ley N° 620 y reglamento de la ley general de aguas nacionales decreto N° 44-2010*. Managua.
2. Aparicio Mijares, F. J. (1989). *Fundamentos de Hidrología de superficie* . México .
3. Bervis, Elmer- PAST-DANIDA. (2004). *Guía hidráulica para el Diseño de Obras de Drenaje en Caminos Rurales*. Managua Nicaragua: Programa de apoyo al sector transporte PAST- DANIDA.
4. *Decreto 76-2006 Sistema de evaluación ambiental*. (2006). Managua.
5. Elmer Bervis, P. -D. (2004). *Guía para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales* .
6. Elorduy, A. C. (1989). *Hidrología Subterránea*. Instituto Tecnológico de Sonora .
7. FISE. (2007). *Manual de administración del ciclo del proyecto – MACPM*. Managua.
8. INAA. (1999). *Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural y saneamiento básico rural (NTON 09001-99)*. Managua.
9. INAA. (1999). *Norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del Agua NTON 09-003-99*. Managua.
10. INAA. (2005). *Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de agua residuales*. Managua.
11. INAA, C. O.-O. (2010). *Ley N°722 ley especial de comites de agua potable y saneamiento y su reglamento*. Managua.

12. Luters, A. (1999). Guia para la evaluación de la calidad y salud del suelo. En A. Luters, & U. Soil Quality Institute (Ed.).
13. Morán, W. C. (2016). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
14. MTI, M. d. (2008). *Manual para la revision de estudios hidrotecnicos de drenaje mayor*. PAST - DANIDA, Managua. Recuperado el Octubre de 2008
15. Munch Galindo, L., & Angeles, E. (1988). *Métodos y técnicas de investigación*. Trillas.
16. Razura, I. A. (2012). *Costo y Presupuesto*.
17. Rodríguez, P. (2010). *Información básica para proyectos de agua potable*.
18. SISGA-FISE. (2000). *Sistema de gestión ambiental agua y saneamiento*. Managua.
19. Universidad de Panamá, t. L. (2004). *Analisis de escenarios de desarrollo y plan indicativo de ordenamiento territorial ambiental para la región occidental de la cuanca del canal de Panamá*. Panamá.
20. Villodas, I. E. (2008). *Hidrologia* . Argentina .
21. Villón Béjar, M. (2002). *Hidrologpia*. Perú.



## **ANEXOS**

**Anexo I: Fotografías de campo**



Realizando entrevistas al líder de la comunidad El Mojón





Sistema actual y caseta de control



Sistema actual en mal estado



Sistema en caseta de control



Tanques de almacenamiento





Pozo propuesto para el nuevo sistema



Pozos privados





Pozo privado utilizado para riego



Pozo publico





Rio de Pueblo Nuevo





Prueba de infiltración



Prueba de infiltración





Prueba de infiltración



Tipos de suelo Talpetate

## **Anexo II:** Formato de entrevista

Departamento: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

N° de Cedula: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué cargo ejerce usted en la comunidad?
2. ¿Cuándo fue fundada la comunidad?
3. ¿Cuántas viviendas existían al principio de la comunidad, y cuantas existen actualmente?
4. ¿De cuánto es la población en la comunidad?
5. ¿Qué enfermedades han afectado a la comunidad?
6. ¿Cuál es la ocupación de la población?
7. ¿Cuáles han sido los problemas que han enfrentado la comunidad?
8. ¿Cada cuánto disponen del servicio de agua?
9. ¿Cuánta es la cantidad de agua que las familias se favorecen?
10. ¿Cómo es la calidad del servicio de agua potable?
11. ¿Cuál es el sitio más cercano donde se pueden abastecer del servicio de agua potable?

**Anexo III: Modelo de encuesta socioeconómica**

Proyecto: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Responsable del Hogar: Padre \_\_\_\_\_ Madre \_\_\_\_\_

Nombre del Encuestado/a: \_\_\_\_\_

1. Datos personales (Iniciar con el jefe(a) de familia)

Nombres y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de Escolaridad	Ocupación
		M	F	1-5	6-15	16-25	26-35	+ 36		

2. CONDICIONES DE LA VIVIENDA (Observar, anotar)

- La vivienda es: a) Propia \_\_\_\_\_ b) Prestada \_\_\_\_\_ c) Alquilada \_\_\_\_\_
- Paredes: a) Bloque \_\_\_\_\_ b) Ladrillo \_\_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_\_ d) Adobe \_\_\_\_\_ e) Otros \_\_\_\_\_
- El piso es: a) Ladrillo \_\_\_\_\_ b) Concreto \_\_\_\_\_ b) Tierra \_\_\_\_\_ c) Otros \_\_\_\_\_
- El techo es: a) Zinc \_\_\_\_\_ b) Nicalit \_\_\_\_\_ c) Teja \_\_\_\_\_ d) Madera \_\_\_\_\_ e) Otros \_\_\_\_\_
- Cuántas divisiones tiene: a) No tiene \_\_\_\_\_ b) Dos \_\_\_\_\_ c) Tres \_\_\_\_\_ d) Más de tres \_\_\_\_\_
- Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_\_ c) Mala \_\_\_\_\_

### **3. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA**

7. Cuantas Personas del hogar trabajan? \_\_\_\_\_
8. ¿Cuál es el Ingreso Económico promedio mensual del Hogar? C\$ \_\_\_\_\_
9. En que trabajan? a) Ganadería\_\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_\_ c) Jornaleros\_\_\_\_\_ d) Comerciante\_\_\_\_\_ e) Otros\_\_\_\_\_
10. Que cultivos realizan? a) Arroz\_\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_\_ c) Maíz\_\_\_\_\_ d) otros\_\_\_\_\_
11. Tienen Ganado? Si\_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ a) Vacas\_\_\_\_\_ b) Caballos\_\_\_\_\_ c) Otros\_\_\_\_\_
- 12.- Cuentan con energía eléctrica Sí \_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuánto pagan? C\$ \_\_\_\_\_

### **4. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)**

13. Tienen Letrina? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_
- ¿Estado?: a) Buena\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_
14. Que hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan\_\_\_\_ b) La dejan correr\_\_\_\_\_
15. Existen charcas en el patio producto de aguas grises? a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_
- 16.. Se observa basura: En el interior Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Exterior Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
17. Que hacen con la basura: la queman \_\_\_\_\_ la entierran\_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

### **5. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA**

18. Cuenta con servicio de agua? a) Sí\_\_\_\_\_ Que tipo: a) Llave\_\_\_\_\_ b) Pozo \_\_\_\_\_ c) Otro\_\_\_\_\_
- Si No tiene, Como se abastece: Río \_\_\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_\_\_ c) Otro\_\_\_\_\_
19. Quién acarrea el agua? a) La mujer\_\_\_\_\_ b) El hombre\_\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
20. A que distancia acarrea el agua a) Menos de 100 m\_\_\_\_ b) Menos de 500 m\_\_\_\_ c) Memos de 1 km \_\_\_\_\_ d) Más de 1 Km\_\_\_\_\_

21. Cuantos viajes realizan para buscar el agua que utilizan diario? \_\_\_\_\_
22. Cuantos Gln de agua acarrear al día a) 30\_\_\_\_\_ b) 40\_\_\_\_\_ c) 50\_\_\_\_\_ d) 60 o más\_\_\_\_\_
23. En qué almacena el agua? a) Barriles\_\_\_\_\_ b) Bidones\_\_\_\_\_ c) Pilas\_\_\_\_\_
24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:  
a) Tapados\_\_\_\_\_ b) Destapados\_\_\_\_\_
25. La calidad del agua que consume, la considera: a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_  
c) Mala
28. Usted considera que la comunidad necesita un proyecto de agua a) Si \_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
29. Usted quiere participar en el proyecto de agua. a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
30. Esta dispuesto a aportar Mano de obra para la construcción? a) Si \_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
31. Esta dispuesto a aportar en efectivo para la construcción del proyecto a) Si \_  
b) No \_\_\_\_\_  
Cuanto a) C\$50\_\_\_\_\_ C\$100 \_\_\_\_\_ C\$500 \_\_\_\_\_ Más de C\$500\_\_\_\_\_
32. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por el servicio de agua mensual? Sí\_\_\_\_\_  
No\_\_\_\_\_  
Cuánto. a) C\$ 20 a 30\_\_\_\_\_ b) C\$ 31 a 40 c) C\$ 41 a 50\_\_\_\_\_ d) C\$51 a más\_\_\_\_\_

**6. Organización y Participación Comunitaria:**

33. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización comunitaria?  
Sí\_\_\_\_\_ ¿Qué tipo? a) Productiva \_\_\_\_ b) Social\_\_\_\_\_ c) Religiosa\_\_\_\_\_ d)  
Otra \_\_\_\_\_  
¿No\_\_\_\_\_ Por qué? \_\_\_\_\_
34. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?  
a) Hombres\_\_\_\_\_ b) Mujeres\_\_\_\_\_ c) Total\_\_\_\_\_
35. Estaría la Familia dispuesta a participar en el proyecto  
a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque\_\_\_\_\_

## **7. SITUACION DE SALUD DE LA FAMILIA**

Enfermedades padecidas por los miembros el hogar en el año 2011 (cuantos).

Enfermedades					Observaciones
	- 5	6-15	16-25	+ 26	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					


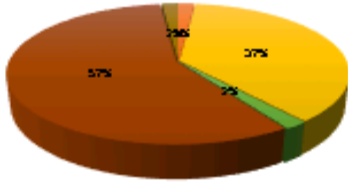



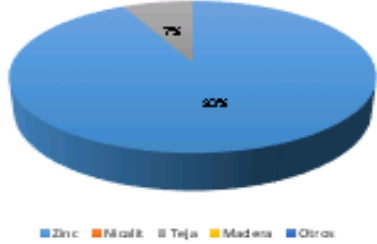
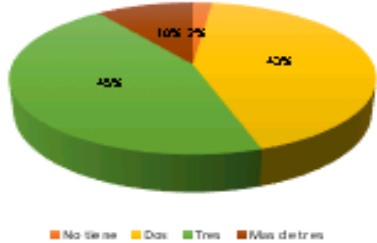
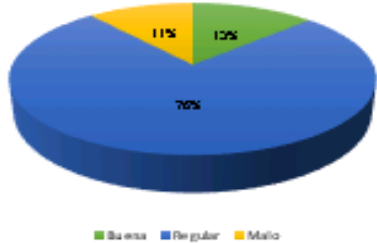
**Anexo IV: Resultados de encuesta**

<b>RESULTADOS DE LA ENCUESTA</b> <b>1. DATOS GENERALES</b>																								
<b>VARIABLES Y DATOS</b>		<b>GRAFICOS</b>																						
<b>RANGO DE POBLACIÓN POR SEXO</b>	<table> <tr> <td>Masculino</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Femenino</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td></td> <td>230</td> </tr> </table>	Masculino	110	Femenino	120		230	<p><b>RANGO DE POBLACIÓN POR SEXO</b></p> <table> <tr> <td>Masculino</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>Femenino</td> <td>52%</td> </tr> </table>	Masculino	48%	Femenino	52%												
Masculino	110																							
Femenino	120																							
	230																							
Masculino	48%																							
Femenino	52%																							
<b>RANGO DE POBLACIÓN POR EDADES</b>	<table> <tr> <td>1 a 5</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>6 a 15</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>16 a 25</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>26 a 35</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>36 +</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td></td> <td>230</td> </tr> </table>	1 a 5	26	6 a 15	41	16 a 25	67	26 a 35	30	36 +	66		230	<p><b>RANGO DE POBLACIÓN POR EDADES</b></p> <table> <tr> <td>1 a 5</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>6 a 15</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>16 a 25</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>26 a 35</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>36 +</td> <td>29%</td> </tr> </table>	1 a 5	11%	6 a 15	18%	16 a 25	29%	26 a 35	13%	36 +	29%
1 a 5	26																							
6 a 15	41																							
16 a 25	67																							
26 a 35	30																							
36 +	66																							
	230																							
1 a 5	11%																							
6 a 15	18%																							
16 a 25	29%																							
26 a 35	13%																							
36 +	29%																							
<b>ESCOLARIDAD</b>	<table> <tr> <td>Letrados</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Preescolar</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Primaria</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>Secundaria</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Est. Superiores</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>222</td> </tr> </table>	Letrados	11	Preescolar	13	Primaria	128	Secundaria	60	Est. Superiores	10		222	<p><b>ESCOLARIDAD</b></p> <table> <tr> <td>Letrados</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Preescolar</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Primaria</td> <td>58%</td> </tr> <tr> <td>Secundaria</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>Est. Superiores</td> <td>4%</td> </tr> </table>	Letrados	5%	Preescolar	6%	Primaria	58%	Secundaria	27%	Est. Superiores	4%
Letrados	11																							
Preescolar	13																							
Primaria	128																							
Secundaria	60																							
Est. Superiores	10																							
	222																							
Letrados	5%																							
Preescolar	6%																							
Primaria	58%																							
Secundaria	27%																							
Est. Superiores	4%																							
<b>OCUPACIÓN</b>	<table> <tr> <td>Ganadero</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Agricultura</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Jornaleros</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>Comerciante</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Ama de casa</td> <td>53</td> </tr> </table>	Ganadero	9	Agricultura	9	Jornaleros	31	Comerciante	3	Ama de casa	53	<table> <tr> <td>Ganadero</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Agricultura</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Jornaleros</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Comerciante</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Ama de casa</td> <td>27%</td> </tr> </table>	Ganadero	4%	Agricultura	4%	Jornaleros	14%	Comerciante	1%	Ama de casa	27%		
Ganadero	9																							
Agricultura	9																							
Jornaleros	31																							
Comerciante	3																							
Ama de casa	53																							
Ganadero	4%																							
Agricultura	4%																							
Jornaleros	14%																							
Comerciante	1%																							
Ama de casa	27%																							

## RESULTADOS DE LA ENCUESTA

### 2. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

VARIABLES Y DATOS		GRAFICOS													
TENENCIA DE LA VIVIENDA	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Propia</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">50</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Prestada</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Alquilada</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">2</td> </tr> </table>	Propia	50	Prestada	2	Alquilada	2	<p>TENENCIA DE LA VIVIENDA</p>  <p style="font-size: small; text-align: center;">■ Propia ■ Prestada ■ Alquilada</p>							
Propia	50														
Prestada	2														
Alquilada	2														
SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Mamp de bloques</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Mamp de ladrillos</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">20</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Madera</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Adobe</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">31</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Otros</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 2px;"><b>54</b></td> </tr> </table>	Mamp de bloques	1	Mamp de ladrillos	20	Madera	1	Adobe	31	Otros	1	<b>54</b>		<p>SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN</p>  <p style="font-size: small; text-align: center;">■ Mamp de bloques ■ Mamp de ladrillos ■ Madera ■ Adobe ■ Otros</p>	
Mamp de bloques	1														
Mamp de ladrillos	20														
Madera	1														
Adobe	31														
Otros	1														
<b>54</b>															
TIPO DE PISO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Ladrillo</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Concreto</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">22</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tierra</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Otros</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; padding: 2px;"><b>54</b></td> </tr> </table>	Ladrillo	2	Concreto	22	Tierra	30	Otros	0	<b>54</b>		<p>TIPO DE PISO</p>  <p style="font-size: small; text-align: center;">■ Ladrillo ■ Concreto ■ Tierra ■ Otros</p>			
Ladrillo	2														
Concreto	22														
Tierra	30														
Otros	0														
<b>54</b>															

TIPO DE TECHO	<table border="0"> <tr> <td>Zinc</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Nicalit</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teja</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Madera</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td></td> </tr> </table>	Zinc	50	Nicalit		Teja	4	Madera		Otros		<p style="text-align: center;"><b>TIPO DE TECHO</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>Zinc</td> <td>Nicalit</td> <td>Teja</td> <td>Madera</td> <td>Otros</td> </tr> </table>	Zinc	Nicalit	Teja	Madera	Otros
Zinc	50																
Nicalit																	
Teja	4																
Madera																	
Otros																	
Zinc	Nicalit	Teja	Madera	Otros													
CANTIDAD DE DIVISIONES	<table border="0"> <tr> <td>No tiene</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Doce</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Tres</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Mas de tres</td> <td>5</td> </tr> </table>	No tiene	1	Doce	21	Tres	22	Mas de tres	5	<p style="text-align: center;"><b>CANTIDAD DE DIVISIONES</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>No tiene</td> <td>Doce</td> <td>Tres</td> <td>Mas de tres</td> </tr> </table>	No tiene	Doce	Tres	Mas de tres			
No tiene	1																
Doce	21																
Tres	22																
Mas de tres	5																
No tiene	Doce	Tres	Mas de tres														
ESTADO DE LA VIVIENDA	<table border="0"> <tr> <td>Buena</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>Malo</td> <td>6</td> </tr> </table>	Buena	7	Regular	41	Malo	6	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE LA VIVIENDA</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>Buena</td> <td>Regular</td> <td>Malo</td> </tr> </table>	Buena	Regular	Malo						
Buena	7																
Regular	41																
Malo	6																
Buena	Regular	Malo															

# RESULTADOS DE LA ENCUESTA

## 3. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

VARIABLES Y DATOS		GRAFICOS								
CANTIDAD DE PERSONAS QUE	<table border="1"> <tr> <td>Trabajan</td> <td>115</td> </tr> <tr> <td>No trabajan</td> <td>115</td> </tr> </table>	Trabajan	115	No trabajan	115	<p>CANTIDAD DE PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL HOGAR</p> <p>■ Trabajan ■ No trabajan</p>				
Trabajan	115									
No trabajan	115									
PROMEDIO DE INGRESOS MENSUALES	<table border="1"> <tr> <td>100 - 600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>601 - 1000</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>1001 - 1500</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1501 - 5000</td> <td>42</td> </tr> </table>	100 - 600		601 - 1000	6	1001 - 1500	5	1501 - 5000	42	<p>PROMEDIO DE INGRESOS MENSUALES</p> <p>■ 100 - 600 ■ 601 - 1000 ■ 1001 - 1500 ■ 1501 - 5000</p>
100 - 600										
601 - 1000	6									
1001 - 1500	5									
1501 - 5000	42									
CULTIVOS DE LA ZONA	<table border="1"> <tr> <td>Arroz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frijoles</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Maiz</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>7</td> </tr> </table>	Arroz		Frijoles	32	Maiz	34	Otros	7	<p>CULTIVOS DE LA ZONA</p> <p>■ Arroz ■ Frijoles ■ Maiz ■ Otros</p>
Arroz										
Frijoles	32									
Maiz	34									
Otros	7									
TENENCIA DE GANADO	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>40</td> </tr> </table>	SI	14	NO	40	<p>TENENCIA DE GANADO</p> <p>■ SI ■ NO</p>				
SI	14									
NO	40									
TENENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>6</td> </tr> </table>	SI	48	NO	6	<p>TENENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>■ SI ■ NO</p>				
SI	48									
NO	6									

# RESULTADOS DE LA ENCUESTA

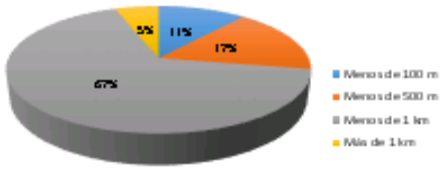
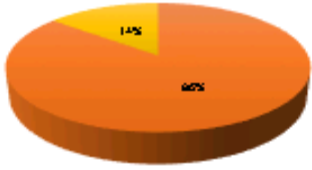

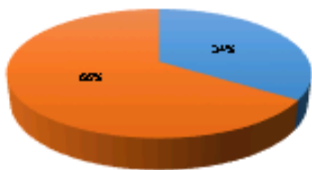
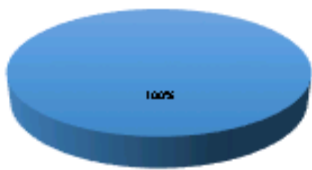
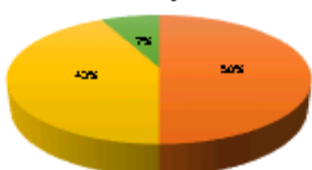
## 4. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA

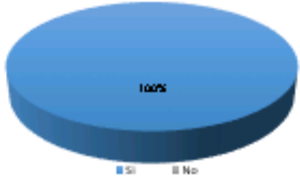
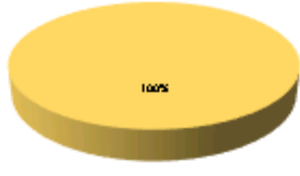
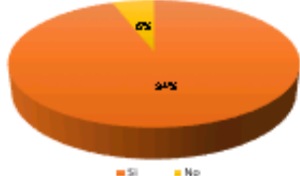

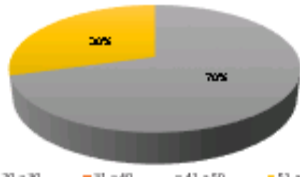
VARIABLES Y DATOS		GRAFICOS																				
POSESIÓN DE LETRINA	<table> <tr><td>Si</td><td>48</td></tr> <tr><td>No</td><td>6</td></tr> <tr><td>Buena</td><td>7</td></tr> <tr><td>Regular</td><td>32</td></tr> <tr><td>Mala</td><td>12</td></tr> </table>	Si	48	No	6	Buena	7	Regular	32	Mala	12	<p>POSESIÓN DE LETRINA</p> <table> <tr><td>Si</td><td>80%</td></tr> <tr><td>No</td><td>11%</td></tr> <tr><td>Buena</td><td>14%</td></tr> <tr><td>Regular</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Mala</td><td>2%</td></tr> </table>	Si	80%	No	11%	Buena	14%	Regular	6%	Mala	2%
Si	48																					
No	6																					
Buena	7																					
Regular	32																					
Mala	12																					
Si	80%																					
No	11%																					
Buena	14%																					
Regular	6%																					
Mala	2%																					
USO DE AGUAS SERVIDAS	<table> <tr><td>Riegar</td><td>54</td></tr> <tr><td>La dejan correr</td><td></td></tr> </table>	Riegar	54	La dejan correr		<p>USO DE AGUAS SERVIDAS</p> <table> <tr><td>Riegar</td><td>100%</td></tr> <tr><td>La dejan correr</td><td>0%</td></tr> </table>	Riegar	100%	La dejan correr	0%												
Riegar	54																					
La dejan correr																						
Riegar	100%																					
La dejan correr	0%																					
EXISTENCIA DE CHARCAS EN LOS	<table> <tr><td>Si</td><td></td></tr> <tr><td>No</td><td>54</td></tr> </table>	Si		No	54	<p>EXISTENCIA DE CHARCAS EN LOS PATIOS</p> <table> <tr><td>Si</td><td>0%</td></tr> <tr><td>No</td><td>100%</td></tr> </table>	Si	0%	No	100%												
Si																						
No	54																					
Si	0%																					
No	100%																					
EXISTENCIA DE BASURA EN LOS	<table> <tr><td>Dentro</td><td></td></tr> <tr><td>Si</td><td></td></tr> <tr><td>No</td><td>54</td></tr> <tr><td>Fuera</td><td></td></tr> <tr><td>Si</td><td></td></tr> <tr><td>No</td><td>54</td></tr> </table>	Dentro		Si		No	54	Fuera		Si		No	54	<p>EXISTENCIA DE BASURA EN LOS PATIOS</p> <table> <tr><td>Si</td><td>100%</td></tr> <tr><td>No</td><td>0%</td></tr> </table>	Si	100%	No	0%				
Dentro																						
Si																						
No	54																					
Fuera																						
Si																						
No	54																					
Si	100%																					
No	0%																					
USO DE LA BASURA	<table> <tr><td>Quema</td><td>54</td></tr> <tr><td>Entierra</td><td>1</td></tr> <tr><td>Otrar</td><td></td></tr> </table>	Quema	54	Entierra	1	Otrar		<p>USO DE LA BASURA</p> <table> <tr><td>Quema</td><td>98%</td></tr> <tr><td>Entierra</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Otrar</td><td>0%</td></tr> </table>	Quema	98%	Entierra	2%	Otrar	0%								
Quema	54																					
Entierra	1																					
Otrar																						
Quema	98%																					
Entierra	2%																					
Otrar	0%																					

## RESULTADOS DE LA ENCUESTA

### 5. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

VARIABLES Y DATOS		GRAFICOS																	
TENENCIA DE AGUA Y TIPO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Si</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">44</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">No</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;"><b>TIPO</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Llave</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">44</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Pozo</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Otra</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">10</td> </tr> </table>	Si	44	No	10	<b>TIPO</b>		Llave	44	Pozo		Otra	10	<p><b>TENENCIA DE AGUA Y TIPO</b></p> <table style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #4F81BD; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Si</td> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #E67E22; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">No</td> </tr> </table>			Si		No
Si	44																		
No	10																		
<b>TIPO</b>																			
Llave	44																		
Pozo																			
Otra	10																		
	Si		No																
SI NO TIENE, MEDIO DE ABASTECIMIENTO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Rio</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Quebrada</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Otra</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">10</td> </tr> </table>	Rio		Quebrada		Otra	10	<p><b>NO TIENE, MEDIO DE ABASTECIMIENTO</b></p> <table style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #4F81BD; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Rio</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #E67E22; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Quebrada</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #F39C12; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Otra</td> </tr> </table>			Rio		Quebrada		Otra				
Rio																			
Quebrada																			
Otra	10																		
	Rio																		
	Quebrada																		
	Otra																		
QUIÉN ACARREA EL AGUA	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Hombre</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Mujer</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">13</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Niñar</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Otrar</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"></td> </tr> </table>	Hombre	8	Mujer	13	Niñar	2	Otrar		<p><b>QUIÉN ACARREA EL AGUA</b></p> <table style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #E67E22; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Hombre</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #F1C40F; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Mujer</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #2ECC71; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Niñar</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #8E44AD; border: 1px solid black;"></td> <td style="font-size: 8px;">Otrar</td> </tr> </table>			Hombre		Mujer		Niñar		Otrar
Hombre	8																		
Mujer	13																		
Niñar	2																		
Otrar																			
	Hombre																		
	Mujer																		
	Niñar																		
	Otrar																		

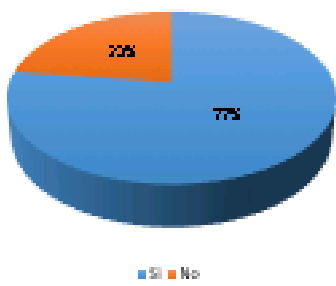
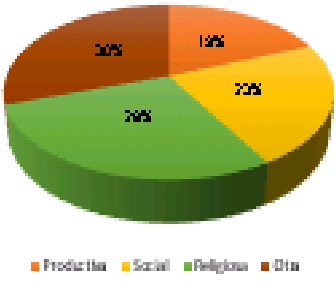
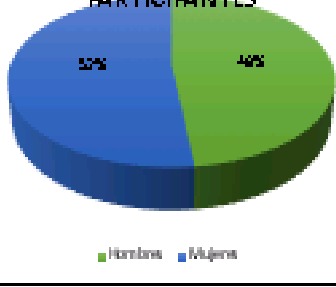
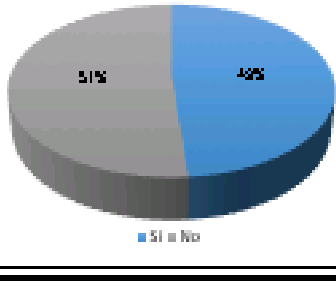
<b>DISTANCIA DE TRASLADO DE AGUA</b>	<table border="0"> <tr> <td>Menor de 100 m</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Menor de 500 m</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Menor de 1 km</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Más de 1 km</td> <td>1</td> </tr> </table>	Menor de 100 m	2	Menor de 500 m	3	Menor de 1 km	12	Más de 1 km	1	<p style="text-align: center;"><b>DISTANCIA DE TRASLADO DE AGUA</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>Menor de 100 m</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Menor de 500 m</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>Menor de 1 km</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>Más de 1 km</td> <td>5%</td> </tr> </table>	Menor de 100 m	11%	Menor de 500 m	17%	Menor de 1 km	67%	Más de 1 km	5%
Menor de 100 m	2																	
Menor de 500 m	3																	
Menor de 1 km	12																	
Más de 1 km	1																	
Menor de 100 m	11%																	
Menor de 500 m	17%																	
Menor de 1 km	67%																	
Más de 1 km	5%																	
<b>CANTIDAD DE VIAJES AL DÍA</b>	<table border="0"> <tr> <td>1 a 5</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>5 a 10</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td></td> </tr> </table>	1 a 5	18	5 a 10	3	Otro		<p style="text-align: center;"><b>CANTIDAD DE VIAJES AL DÍA</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>1 a 5</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>5 a 10</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>14%</td> </tr> </table>	1 a 5	80%	5 a 10	6%	Otro	14%				
1 a 5	18																	
5 a 10	3																	
Otro																		
1 a 5	80%																	
5 a 10	6%																	
Otro	14%																	
<b>CANTIDAD DE GIN AL DÍA</b>	<table border="0"> <tr> <td>30 Gln</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>40 Gln</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>50 Gln</td> <td>2</td> </tr> </table>	30 Gln	21	40 Gln	4	50 Gln	2	<p style="text-align: center;"><b>CANTIDAD DE GIN AL DÍA</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>30 Gln</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>40 Gln</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>50 Gln</td> <td>15%</td> </tr> </table>	30 Gln	70%	40 Gln	15%	50 Gln	15%				
30 Gln	21																	
40 Gln	4																	
50 Gln	2																	
30 Gln	70%																	
40 Gln	15%																	
50 Gln	15%																	
<b>ALMACENAJE DE AGUA</b>	<table border="0"> <tr> <td>Barriles</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Bidones</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Pilas</td> <td></td> </tr> </table>	Barriles	22	Bidones	42	Pilas		<p style="text-align: center;"><b>ALMACENAJE DE AGUA</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>Barriles</td> <td>34%</td> </tr> <tr> <td>Bidones</td> <td>54%</td> </tr> <tr> <td>Pilas</td> <td>12%</td> </tr> </table>	Barriles	34%	Bidones	54%	Pilas	12%				
Barriles	22																	
Bidones	42																	
Pilas																		
Barriles	34%																	
Bidones	54%																	
Pilas	12%																	
<b>MANTENIMIENTO DE LOS ALMACENES</b>	<table border="0"> <tr> <td>Tapados</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>Destapados</td> <td></td> </tr> </table>	Tapados	54	Destapados		<p style="text-align: center;"><b>MANTENIMIENTO DE LOS ALMACENES</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>Tapados</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Destapados</td> <td>0%</td> </tr> </table>	Tapados	100%	Destapados	0%								
Tapados	54																	
Destapados																		
Tapados	100%																	
Destapados	0%																	
<b>CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME</b>	<table border="0"> <tr> <td>Buena</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Mala</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>54</td> </tr> </table>	Buena	27	Regular	23	Mala	4		54	<p style="text-align: center;"><b>CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUME</b></p>  <table border="0"> <tr> <td>Buena</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>Mala</td> <td>7%</td> </tr> </table>	Buena	50%	Regular	43%	Mala	7%		
Buena	27																	
Regular	23																	
Mala	4																	
	54																	
Buena	50%																	
Regular	43%																	
Mala	7%																	

<b>COSIDERACIÓN DEL NUEVO PROYECTO</b>	<p>Si 54 No</p>	<p><b>CONSIDERA NECESARIO EL NUEVO PROYECTO</b></p>  <p>100%</p> <p>■ Si ■ No</p>
<b>PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO</b>	<p>Si 54 No</p>	<p><b>PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO</b></p>  <p>100%</p> <p>■ Si ■ No</p>
<b>DISPOSICIÓN DE APOORTE DE MANO DE OBRA</b>	<p>Si 51 No 3</p>	<p><b>DISPOSICIÓN DE APOORTE DE MANO DE OBRA</b></p>  <p>94% 6%</p> <p>■ Si ■ No</p>
<b>DISPOSICIÓN DE APOORTE EN EFECTIVO</b>	<p>Si 53 No 1 Cuanto 50 10 100 38 500 5</p>	<p><b>DISPOSICIÓN DE APOORTE EN EFECTIVO</b></p>  <p>77% 23%</p> <p>■ Si ■ No</p>
<b>PAGO POR EL SERVICIO MENSUAL</b>	<p>20 a 30 31 a 40 41 a 50 38 51 a más 16 54</p>	<p><b>PAGO POR EL SERVICIO MENSUAL</b></p>  <p>70% 30%</p> <p>■ 20 a 30 ■ 31 a 40 ■ 41 a 50 ■ 51 a más</p>



# RESULTADOS DE LA ENCUESTA

## 6. ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

VARIABLES Y DATOS		GRAFICOS									
PERTENECEN A ALGUNA ORGANIZACIÓN	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Si</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>24</td> </tr> </table>	Si	80	No	24	<p><b>PERTENECEN A ALGUNA ORGANIZACIÓN</b></p>  <p>■ Si ■ No</p>					
Si	80										
No	24										
TIPO DE ORGANIZACIÓN	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Product</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Social</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Religios</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Otra</td> <td>16</td> </tr> </table>	Product	10	Social	12	Religios	15	Otra	16	<p><b>TIPO DE ORGANIZACIÓN</b></p>  <p>■ Productiva ■ Social ■ Religiosa ■ Otra</p>	
Product	10										
Social	12										
Religios	15										
Otra	16										
CANTIDAD DE MIEMBROS PARTICIPANTES	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Hombres</td> <td>17,8</td> </tr> <tr> <td>Mujeres</td> <td>19,2</td> </tr> </table>	Hombres	17,8	Mujeres	19,2	<p><b>CANTIDAD DE MIEMBROS PARTICIPANTES</b></p>  <p>■ Hombres ■ Mujeres</p>					
Hombres	17,8										
Mujeres	19,2										
DISPISICIÓN DE PARTICIPACIÓN	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Si</td> <td>24,8</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>26,2</td> </tr> </table>	Si	24,8	No	26,2	<p><b>DISPISICIÓN DE PARTICIPACIÓN FAMILIAR</b></p>  <p>■ Si ■ No</p>					
Si	24,8										
No	26,2										

# RESULTADOS DE LA ENCUESTA

## 7. SITUACION DE SALUD DE LA FAMILIA

VARIABLES Y DATOS		GRAFICOS	
ENFERMEDADES PADECIDAS	Diarrea	15	<p style="text-align: center;">ENFERMEDADES PADECIDAS</p> <p style="text-align: center;"> <span style="color: blue;">■</span> Diarrea    <span style="color: orange;">■</span> Tos    <span style="color: gray;">■</span> Resfriados    <span style="color: yellow;">■</span> Malaria  <span style="color: lightgreen;">■</span> Dengue    <span style="color: green;">■</span> Parasitosis    <span style="color: gold;">■</span> Infección renal    <span style="color: red;">■</span> Otras                 </p>
	Tos		
	Resfriados	15	
	Malaria	1	
	Dengue	3	
	Parasitosis	23	
	Infección renal		
	Otras		

## Anexo V: Tablas

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN POR EL MÉTODO ARITMÉTICO											
Grupo Poblacional :		Comunidad Rural					Período de diseño :		20 años		
Población reciente 2018 :		230 hab					Población futura 2038 :		377 hab		
Tc calculada :		0.98 %					Tc seleccionada :		2.50%		
PROYECCIONES DE CONSUMO											
Año de Proyección	t	Proyección de Población (habitantes)	Dotación ( lppd )	Consumo domiciliario (lpd)	Consumo público (lpd)	CPD (lpd)	CPDT		CMD ( lps)	CMH ( lps)	Vol almacen (m3)
							lpd	lps			
2019	0	230	60	13800	1932	15732	18878	0.44	0.66	1.09	13.21
2020	1	236	60	14160	1982	16142	19371	0.45	0.67	1.12	13.56
2021	2	242	60	14520	2033	16553	19863	0.46	0.69	1.15	13.90
2022	3	248	60	14880	2083	16963	20356	0.47	0.71	1.18	14.25
2023	4	254	60	15240	2134	17374	20848	0.48	0.72	1.21	14.59
2024	5	261	60	15660	2192	17852	21423	0.50	0.74	1.24	15.00
2025	6	267	60	16020	2243	18263	21915	0.51	0.76	1.27	15.34
2026	7	274	60	16440	2302	18742	22490	0.52	0.78	1.30	15.74
2027	8	281	60	16860	2360	19220	23064	0.53	0.80	1.33	16.15
2028	9	288	60	17280	2419	19699	23639	0.55	0.82	1.37	16.55
2029	10	295	60	17700	2478	20178	24214	0.56	0.84	1.40	16.95
2030	11	302	60	18120	2537	20657	24788	0.57	0.86	1.43	17.35
2031	12	310	60	18600	2604	21204	25445	0.59	0.88	1.47	17.81
2032	13	318	60	19080	2671	21751	26101	0.60	0.91	1.51	18.27
2033	14	325	60	19500	2730	22230	26676	0.62	0.93	1.54	18.67
2034	15	334	60	20040	2806	22846	27415	0.63	0.95	1.59	19.19
2035	16	342	60	20520	2873	23393	28071	0.65	0.97	1.62	19.65
2036	17	350	60	21000	2940	23940	28728	0.67	1.00	1.66	20.11
2037	18	359	60	21540	3016	24556	29467	0.68	1.02	1.71	20.63
2038	19	368	60	22080	3091	25171	30205	0.70	1.05	1.75	21.14
<b>2039</b>	<b>20</b>	<b>377</b>	<b>60</b>	<b>22620</b>	<b>3167</b>	<b>25787</b>	<b>30944</b>	<b>0.72</b>	<b>1.07</b>	<b>1.79</b>	<b>22</b>

Tabla: Periodos de diseño económicos de los elementos

<b>Tipos de componentes</b>	<b>Periodos de diseño en años</b>
Pozos excavados	10
Pozos perforados	15
Captaciones superficiales y manantiales	20
Desarenador	20
Filtro lento	20
Líneas de conducción	15
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	15

Tabla: Clase de valores de forma

<b>Clases de valores de forma</b>	
<i>Rangos de Kf</i>	<i>Clases de forma</i>
01 a 18	Muy poco achatada
18 a 36	Ligeramente achatada
36 a 54	Moderadamente achatada

Tabla: Clase de valores de compacidad

<b>Clases de valores de compacidad</b>	
<i>Rangos de Kc</i>	<i>Clases de compacidad</i>
- 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 - 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 - 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Tabla: Clases de alargamiento

<b>Clases de valores de alargamiento</b>	
<i>Rangos de l</i>	<i>Clases de alargamiento</i>
0.0 - 1.4	Poco alargada
1.5 - 2.8	Moderadamente alargada
2.9 - 4.2	Muy alargada

Tabla: Clases de densidades de drenaje

<b>Clases de densidad de drenaje</b>	
<i>Rangos de densidad</i>	<i>Clases</i>
.1 - 1.8	Baja
1.9 - 3.6	Moderada
3.7 - 5.6	Alta

Tabla: Clases de valores de pendiente del cauce

<b>Clases de valores de pendiente del cauce (grados)</b>	
<i>Rangos de pendiente</i>	<i>Clases</i>
.01 - .05	Suave
.06 - .11	Moderada
.12 - .17	Fuerte

Tabla: Coeficiente de capacidad hidráulica (c) Hazen Williams

<b>Materiales del conducto</b>	<b>Coeficiente de C</b>
Cloruro de polivinilo (PVC)	150
Asbesto Cemento	140
Hierro fundido corriente (interior y exteriormente)	130
Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso	130
Hierro "dúctil"	130
Tubería de hormigón	130
Duelos de madera	120

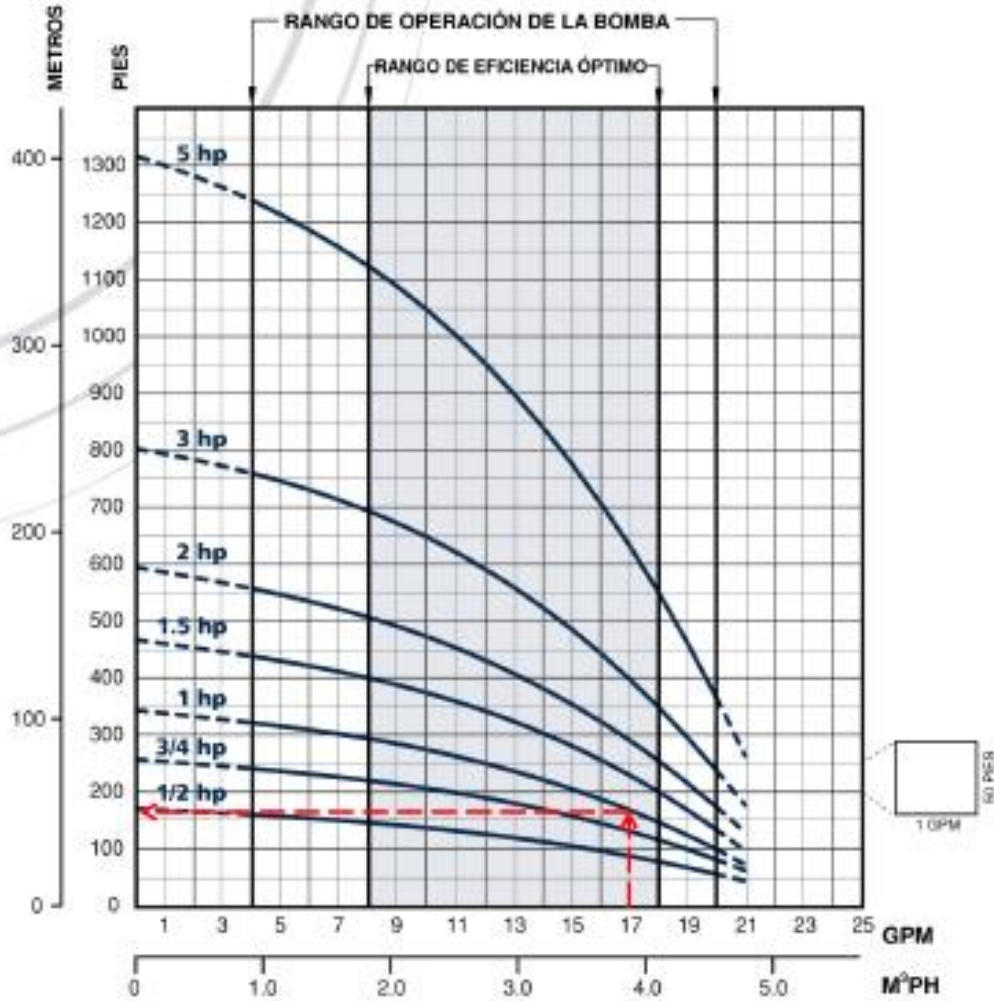
Anexo VI: Curva de bomba - Catálogo FRANKLIN ELECTRIC

**4400-Tri-Seal**

**Bombas Sumergibles de 4"**



**Curva de Rendimiento Tri-Seal de 15 GPM**



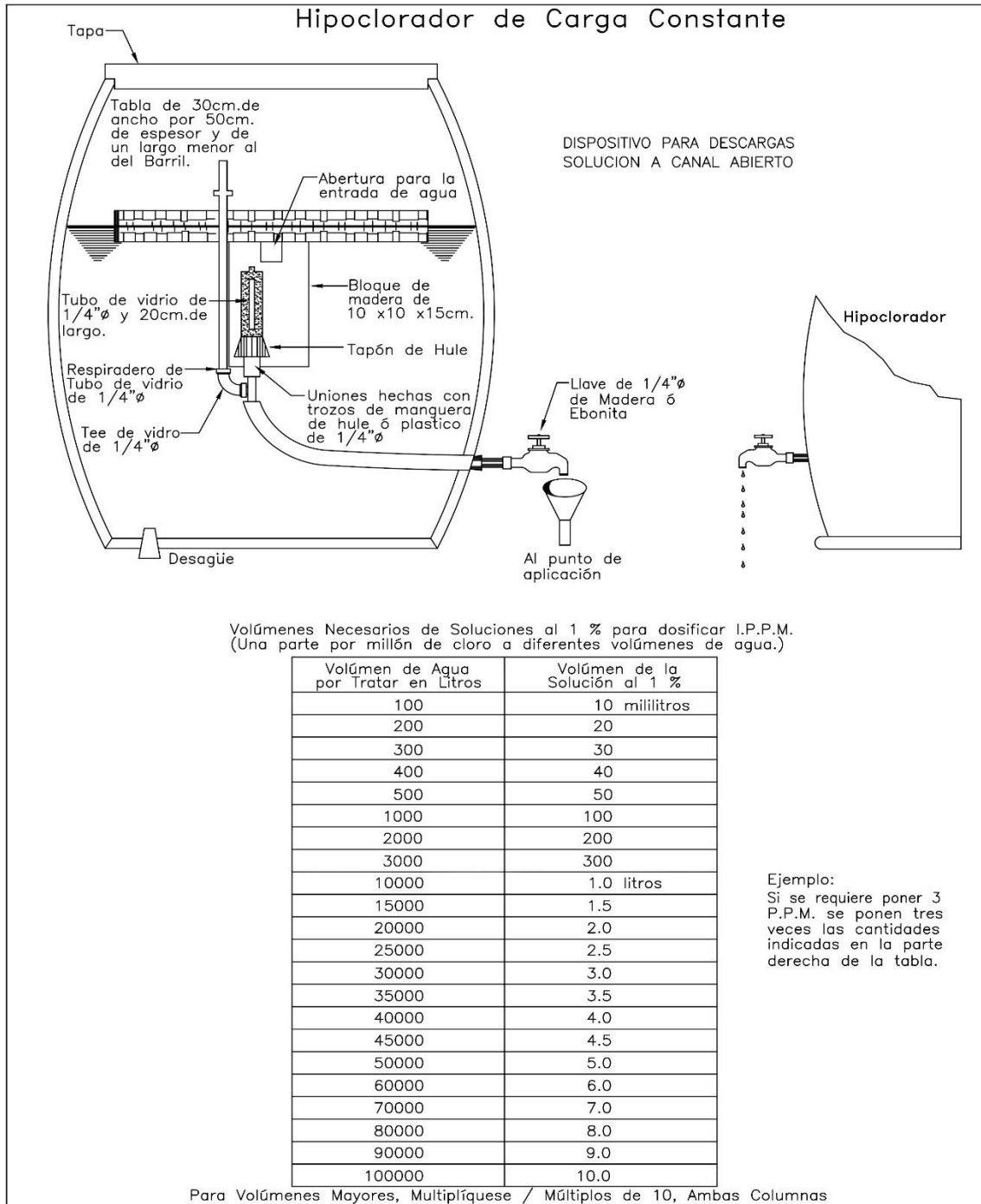
# Tabla de Rendimiento Tri-Seal de 15 GPM

## Capacidades en Galones U.S. por Minuto

HP	PSI	Profundidad al Nivel de Agua Bombada o Elevación en Pies																				
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	
1/2	0			20	18	16	13	9	4													
	20	19	17	15	12	8																
	30	17	14	11	7																	
	40	14	11	8																		
	50	10	5																			
	60	4																				
PSI a Velocidad Corriente		65	55	45	35	25	20	13	4													
3/4	0				20	19	18	16	15	13	11											
	20		20	18	17	16	14	12	10	7												
	30	20	18	17	16	14	12	10	8													
	40	18	17	15	14	12	9	8														
	50	17	15	13	11	9	5															
	60	15	13	11	8	4																
PSI a Velocidad Corriente		103	84	65	77	68	59	51	42	33	25											
1	0					20	19	18	17	16	15	13	11	7								
	20			20	19	18	17	16	15	14	12	9	8									
	30	20	20	19	18	17	16	15	14	12	10	8										
	40	19	19	18	17	16	15	13	12	10	8											
	50	18	18	17	16	14	13	12	10	8	5											
	60	17	16	15	14	13	11	10	7	4												
PSI a Velocidad Corriente		140	131	123	114	105	97	88	79	71	62	45	36	19								
1.5	0						20	20	19	19	18	17	16	14	11	8	4					
	20				20	20	19	18	18	17	16	15	14	12	7							
	30			20	20	19	18	18	17	16	15	14	13	10	5							
	40		20	19	18	18	17	16	15	15	13	11	9									
	50	20	19	18	18	17	17	16	15	14	13	11	10	7								
	60	19	18	18	17	17	16	15	14	13	12	10	8	4								
PSI a Velocidad Corriente		180	169	158	157	156	150	141	132	124	115	98	89	72	46	29	11					
2	0							20	20	19	19	18	17	16	15	13	12	10	8			
	20						20	20	19	19	18	17	17	15	13	11	9	7	5			
	30					20	20	19	19	18	18	16	15	14	12	10	8	5				
	40			20	20	20	19	19	18	18	17	16	15	14	11	9	8					
	50		20	20	19	19	19	18	17	17	16	15	14	13	10	7	4					
	60	20	20	19	19	18	18	17	17	16	15	14	13	12	9	6						
PSI a Velocidad Corriente		240	240	231	223	214	205	197	188	179	171	153	145	127	101	84	67	49	41			
3	0								20	20	19	19	18	17	16	15	13	12	10	8		
	20							20	20	19	19	18	18	16	15	14	13	10	5			
	30						20	20	20	19	19	18	18	16	15	14	13	12	8			
	40					20	20	20	19	19	18	18	17	16	15	14	13	12	8			
	50				20	20	20	19	19	19	18	17	17	15	14	13	12	11	7			
	60			20	20	20	19	19	18	18	17	17	16	15	14	12	11	10	5			
PSI a Velocidad Corriente		320	320	321	313	304	295	287	278	269	261	243	235	217	191	174	157	132	131	87	44	
5	0														20	20	19	19	18	17	16	15
	20														20	20	19	19	18	18	17	15
	30														20	20	19	19	18	18	17	15
	40														20	20	19	19	18	18	16	15
	50													20	20	20	19	19	18	18	16	15
	60												20	20	20	19	19	18	18	17	17	16
PSI a Velocidad Corriente		500	500	504	500	500	500	500	500	490	480	460	450	440	424	414	398	379	362	353	310	267

Notas: 1. El rendimiento mostrado no incluye pérdida por fricción en la tubería de descarga.  
 2. Todos los datos de rendimiento se basan en el voltaje nominal de la placa de identificación del motor.

## Anexo VII: Hipoclorador de carga constante



Fuente: Diseño de abastecimiento de agua potable en el medio rural NTON 09-003-99 (Anexo VI, Fig. VI-5)