



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

**Monografía**

**Diseño de sistema de agua potable en la comunidad El Zacatón, Municipio  
de La Concordia, Departamento de Jinotega**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Hermes Modesto Herrera Méndez  
Br. José Udiel Herrera Montenegro

**Tutor**

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, Diciembre 2021

## **DEDICATORIA**

**A Dios:** Creador de todas las cosas, por regalarme la vida, paz, salud, inteligencia, fuerzas físicas y espirituales para seguir luchando día a día y vencer todos los obstáculos que se me han presentado, para alcanzar mis sueños.

**A mis queridos padres:** por valores inculcados y aliento en cada momento de mi vida, que durante mi formación personal y profesional me inspiraron para seguir adelante sin temor a los retos.

**A mis profesores** que fueron pacientes, así como grandes guías académicos y profesionales para enriquecer mis conocimientos como para lograr desempeñarme de manera íntegra en el ámbito laboral.

Br. Hermes Modesto Herrera Méndez

## **DEDICATORIA**

**A Dios:** Creador de todas las cosas, por regalarme la vida, paz, salud, inteligencia, fuerzas físicas y espirituales para seguir luchando día a día y vencer todos los obstáculos que se me han presentado, para alcanzar mis sueños.

**A mis queridos padres:** José Francisco Herrera Aguilar y Blanca Nubia Montenegro Palacios; por el amor incondicional, apoyo, valores inculcados y aliento en cada momento de mi vida, que durante mi formación personal y profesional me inspiraron para seguir adelante sin temor a los retos.

**A mis profesores** que fueron pacientes, así como grandes guías académicos y profesionales para enriquecer mis conocimientos como para lograr desempeñarme de manera íntegra en el ámbito laboral.

Br. José Udiel Herrera Montenegro

## **AGRADECIMIENTO**

**A Dios:** Sobre todas las cosas por darnos la paz, salud, inteligencia, fuerzas físicas y espirituales para culminar nuestros estudios y seguir adelante en nuestras vidas.

**A nuestras familias.** De manera especial a nuestras familias, pilar esencial en nuestro desarrollo moral y educativo.

**A nuestro tutor.** M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González por dedicarnos tiempo y compartir sus conocimientos para orientarnos en la realización de este trabajo.

**A nuestros maestros.** Por darnos el pan de la enseñanza y transmitirnos sus conocimientos a través de su trabajo.

**A todos los que nos brindaron sus importantes aportes en este proyecto.**

Agradecemos también a todas aquellas personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

Br. Hermes Modesto Herrera Méndez

Br. José Udiel Herrera Montenegro

## **RESUMEN**

El propósito de este documento es el de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que presente un servicio eficiente y continuo durante su período de diseño de 20 años.

El documento muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de El Zacatón, municipio de La Concordia departamento de Jinotega. En el que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la localidad.

La comunidad tiene una población de 554 habitantes distribuidos en 145 viviendas, con una proyección a 20 años de 908 habitantes; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos excavados a mano con altos riesgos de contaminación; por lo que la población demanda un sistema de abastecimiento de agua potable que les garantice la salud.

El estudio inicia con la identificación del proyecto donde se aborda la situación actual de la comunidad, la cual se abastece de agua de pozos excavados a mano, ríos, de lluvia, entre otros.

Producto de la encuesta socioeconómica realizada y la recopilación de información, se determinó que el problema central de la comunidad El Zacatón, es la incidencia de enfermedades, provocadas por el consumo de agua de mala calidad, malos hábitos de higiene y la disposición de excretas al aire libre.

En el diseño del proyecto de agua potable se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 60 lppd y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas rurales del INAA; determinando una demanda actual de 1.11 l/s y una demanda futura para el año 20 de 1.82 l/s (Consumo Máxima Hora).El análisis hidráulico se realizó en el programa EPANET, dando como resultado tuberías de 2" a 1" en la red de distribución.

## Contenido

CAPÍTULO I. Aspectos generales.....	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 Generalidades del municipio .....	6
1.5.1 Referencia geográfica .....	6
1.5.2 Posición geográfica .....	6
1.5.3 Clima y precipitación .....	6
1.5.4 Relieve .....	6
1.5.5 Población y distribución del municipio .....	6
1.5.6 Principales actividades económicas .....	7
1.5.7 Flora y fauna .....	7
1.5.8 Localidad del sitio del proyecto.....	8
CAPÍTULO II. Marco teórico .....	9
1.6 Estudio socioeconómico.....	9
1.7 Aforo y calidad de agua.....	9
1.8 Estudios topográficos .....	10
1.9 Diseño de sistema de abastecimiento de agua .....	10
1.9.1 Periodos de diseño .....	11
1.9.2 Fuente de abastecimiento.....	11
1.9.3 Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE).....	12
1.9.4 Equipo de bombeo y motor.....	12

1.9.5	Líneas de conducción y red de distribución .....	13
1.9.6	Hidráulica del acueducto .....	15
1.9.7	Almacenamiento .....	15
1.9.8	Tratamiento y desinfección.....	15
1.10	Modelación de EPANET .....	16
CAPÍTULO III. Diseño metodológico.....		18
1.11	Estudio socioeconómico .....	18
1.12	Aforo y calidad de agua .....	18
1.13	Levantamiento topográfico.....	18
1.14	Diseño hidráulico del sistema .....	19
1.14.1	Cálculo de población .....	19
1.14.2	Variaciones de consumo .....	19
1.14.3	Pérdidas de agua en el sistema.....	19
1.14.4	Línea de conducción por gravedad.....	20
1.14.5	Línea de conducción por bombeo.....	20
1.14.6	Almacenamiento .....	21
1.14.7	Diseño de bomba.....	21
1.15	Análisis y cálculo hidráulico de la red .....	22
CAPÍTULO IV. Análisis y presentación de resultados.....		23
1.16	Estudio socioeconómico .....	23
1.16.1	Censo y encuesta socioeconómica .....	23
1.17	Aforo y calidad de agua .....	39
1.17.1	Fuente de abastecimiento.....	39
1.17.2	Calidad de agua.....	40
1.18	Estudios topográficos.....	45

1.19	Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural .....	45
1.19.1	Proyección de la población y consumos .....	45
1.19.2	Dotación.....	45
1.19.3	Obra de captación.....	50
1.19.4	Diseño de la bomba .....	51
1.19.5	Golpe de ariete .....	53
1.19.6	Cálculo de la presión máxima .....	53
1.19.7	Línea de conducción .....	54
1.19.8	Almacenamiento.....	54
1.19.9	Tratamiento químico del agua (desinfección).....	55
1.19.10	Red de distribución.....	57
1.19.11	Nivel de servicio .....	59
1.20	Diseño en EPANET .....	60
1.21	Costo y presupuesto .....	63
	Conclusiones.....	66
	Recomendaciones.....	66
	Bibliografía .....	68



## Índice de tablas

Tabla 1 Períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable .....	11
Tabla 2 Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos .....	14
Tabla 3 Rangos de ingresos mensuales .....	31
Tabla 4 Tipo de servicio higiénico .....	33
Tabla 5 Acceso a agua potable por comunidades.....	35
Tabla 6 Rango de longitudes que viaja para obtener agua, y disposición para participar en el proyecto .....	37
Tabla 7 Descripción del pozo a explotar .....	40
Tabla 8 Resultados de análisis de arsénico .....	40
Tabla 9 Resultados de análisis de plaguicidas organofosforados .....	41
Tabla 10 Resultados de análisis de plaguicidas organoclorados .....	42
Tabla 11 Resultados de análisis Físico - Químico.....	43
Tabla 12 Datos para proyección de población y consumo .....	46
Tabla 13 Consumo Promedio Diario (C.P.D).....	47
Tabla 14 Consumo Máximo Día (C.M.D) .....	48
Tabla 15 Consumo Máximo Hora (C.M.H) y almacenamiento .....	49
Tabla 16 Datos para la selección de la bomba y longitudes equivalentes .....	52
Tabla 17 Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados .....	53
Tabla 18 Tubería de línea de conducción .....	54
Tabla 19 Materiales para fabricar el clorador CTI - 8 .....	55
Tabla 20 Consumo de cloro .....	57
Tabla 21 Cruces aéreos de tubería galvanizada H.G.....	58
Tabla 22 Tubería PVC red de distribución .....	58
Tabla 23 Caudales en la red de distribución .....	58
Tabla 24 Pilas Rompe Carga (PRC) en la red de distribución. ....	59
Tabla 25 Distribución de conexiones para el sistema de Agua potable El Zacatón .....	60
Tabla 26 Clasificación de fuentes y posibles tratamientos .....	VI

Tabla 27 Parámetros y Criterios de selección de tecnologías de tratamiento.....	VII
Tabla 28 Nodos de la línea de conducción .....	XII
Tabla 29 Tabla de Red - Líneas.....	XIV
Tabla 30 Nodos de la red de distribución .....	XVI
Tabla 31 Líneas en la red de distribución.....	XXXI

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Población .....	23
Gráfico 2 Tenencia de tierra .....	24
Gráfico 3 Tenencia de vivienda.....	25
Gráfico 4 Material de vivienda Agua fría y Arenillas .....	26
Gráfico 5 Material de vivienda El Zacatón.....	27
Gráfico 6 Número de familias por vivienda.....	28
Gráfico 7 Número de niños/as por vivienda .....	29
Gráfico 8 Ocupación principal .....	30
Gráfico 9 Acceso a sanitario en vivienda .....	33
Gráfico 10 Tipo de mejora a realizar en saneamiento.....	34
Gráfico 11 Origen del agua de consumo .....	36
Gráfico 12 Esquema de un clorador CTI - 8.....	56
Gráfico 13 Línea de conducción.....	60
Gráfico 14 Presión en línea de conducción.....	61
Gráfico 15 Red de distribución .....	61
Gráfico 16 Línea de conducción.....	62
Gráfico 17 Red de distribución .....	62

## **CAPÍTULO I. Aspectos generales**

### **1.1 Introducción**

Para algunos, la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable únicamente para salir adelante. Para otros, implica sufrir una desnutrición evitable o padecer enfermedades causadas por las sequías, las inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado. También hay quienes la viven como una falta de fondos, instituciones o conocimientos para resolver los problemas locales del uso y distribución del agua.

Muchos países todavía no están en condiciones de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con el agua, con lo que su seguridad, desarrollo y sostenibilidad medioambiental se ven amenazados. Además, millones de personas mueren cada año a causa de enfermedades transmitidas por el agua que es posible tratar. Mientras que aumentan la contaminación del agua y la destrucción de los ecosistemas, somos testigos de las consecuencias que tienen sobre la población mundial el cambio climático, los desastres naturales, la pobreza, las guerras, la globalización, el crecimiento de la población, la urbanización y las enfermedades, todos los cuales inciden en el sector del agua. (ONU, 2006)

La entrega de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en Nicaragua en las zonas urbanas compete principalmente a una empresa nacional de servicios públicos (ENACAL - Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) y, en zonas rurales, a los comités de agua potable.

Con 85 ríos, 47 lagunas, 2 lagos y 21 cuencas, uno podría pensar que Nicaragua tiene suficientes reservas de agua de agua dulce como para no padecer nunca la falta de agua. (NITLAPAN, 2009), sin embargo el servicio de agua potable sigue siendo una necesidad básica insatisfecha para muchos nicaragüenses, especialmente en los sectores rurales del país.

## **1.2 Antecedentes**

En Nicaragua, el servicio de agua potable se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que los gobiernos en conjunto con ONGs y las comunidades han aunado esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable en las comunidades, dando así mejores condiciones de vida para sus habitantes y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Nicaragua es uno de los países con mayores recursos hídricos en el mundo. Inmensos lagos y ríos cruzan su territorio. A pesar de ello, no todas las personas tienen acceso al agua: para muchas comunidades rurales se ha convertido en un problema la deforestación, contaminación, dificultades de acceso e intentos de privatización. (UNICEF, 2003)

Según datos oficiales el 69% de la población rural nicaragüense tiene acceso al agua potable, en el departamento de Jinotega 50,8%. Las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) son la segunda causa más importante de enfermedad y afecta principalmente al desarrollo integral de los niños menores de 5 años. Jinotega es uno de los 8 departamentos con los indicadores de EDA más altos. (UNICEF, 2003)

El municipio de La Concordia está conformado por 33 comunidades, de las cuales 25 de éstas reciben agua por medio de 18 sistemas de agua mejorados, de estos 18 sistemas 9 de ellos son Mini Acueductos por Gravedad (MAG) y el resto son Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) o combinados (Sistemas Mixtos MAG-MABE). (AMLC, 2019)

El suministro de agua potable es uno de los factores que ha venido afectando al ser humano ya que es uno de los recursos básicos fundamentales para el desarrollo humano.

El problema de la falta de agua potable en las zonas rurales es el más común, esta comunidad es una de ellas, ya que actualmente no existe sistema de abastecimiento.

### **1.3 Justificación**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80 por ciento de todas las enfermedades infecciosas en el mundo está asociado a agua en malas condiciones. Todos los días, las enfermedades de tipo diarreico causan unas 6.000 muertes, la mayoría de las cuales son de niños menores de cinco años. (Fronteras, 2005)

Las enfermedades diarreicas agudas en los niños en Nicaragua son causadas principalmente por virus o parásitos y en menor frecuencia por bacterias. El principal modo de transmisión es la contaminación fecal del agua y los alimentos. Cuando las heces no se disponen adecuadamente, el contagio puede ser por contacto directo o por medio de los animales. Este problema de salud es una de las principales causas de muerte entre los niños menores de 5 años.

El propósito para el estudio de esta comunidad consiste en la necesidad que tiene la población misma del consumo de agua potable, es decir hacer un estudio de las fuentes existentes en la comunidad para determinar las condiciones de esta y si es apta para consumo humano ya que actualmente el agua que está consumiendo la población no es segura por hecho que no es tratada. Técnicamente no es posible que la población se abastezca de fuentes que no cumplen con las normas de calidad de agua, esta situación es un riesgo para la salud de los pobladores, especialmente en personas de la tercera edad y niños que son los más vulnerables.

El acceso al abastamiento de agua sana y limpia es un factor que influye la prevalencia de diarrea, sobre todo en los niños, El Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), en estrecha colaboración con el Ministerio de Salud (MINSA), ha realizado la Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud

conocida como “ENDESA” en los años 1998, 2001, 2006/07 y la actual 2011/12. Las encuestas de demografía y salud reproductiva se conocen internacionalmente como herramientas diseñadas para proporcionar información a los administradores de programas de salud y planificación familiar.

Según información de ENDESA 2011/12, podemos observar la diarrea con una tasa del 15.4 % en menores de cinco años cuyas madres declararon que aquéllos tuvieron diarrea durante las dos semanas anteriores a la encuesta. (INIDE, 2014)

La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2,100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050.

El objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establece en la métrica 6.1 lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos. (ONU, 2015)

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar el sistema de agua potable en la comunidad El Zacatón, municipio de La Concordia, departamento de Jinotega.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Realizar el estudio socioeconómico de la comunidad para conocer las necesidades básicas y situación actual de la población.
2. Evaluar mediante caudal y calidad del agua las posibles fuentes de abastecimiento.
3. Analizar el levantamiento topográfico para determinar y evaluar las distancias y elevaciones de la superficie del terreno.
4. Diseñar cada uno de los componentes del sistema.
5. Realizar el análisis hidráulico del sistema en base a las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural, mediante el uso del software EPANET.
6. Elaborar costos y presupuesto.

## **1.5 Generalidades del municipio**

La Concordia es un municipio de Nicaragua ubicada en el Departamento de Jinotega, el municipio de la Concordia tiene una población de 7,320 habitantes en el año 2017 y una superficie de 151.02 km<sup>2</sup> y se fundó el 22 de abril de 1851.

### **1.5.1 Referencia geográfica**

El pueblo de La Concordia es la cabecera del municipio homónimo con una población urbana de 1,546 habitantes en el año 2017. Su altitud es de 899.11 msnm. Dista a 172 Kilómetros de la capital de Managua y a 46 min (30.8 km) por la carretera NIC-49 y NIC-3 de la ciudad de Jinotega.

### **1.5.2 Posición geográfica**

El municipio de La Concordia se encuentra ubicado entre las coordenadas 13° 11' latitud norte y 86° 10' longitud oeste. Limitado:

- Al Norte con el municipio de San Sebastián de Yalí.
- Al Sur con el municipio de Estelí (Dpto. de Estelí).
- Al Este con el municipio de San Rafael del Norte.
- Al Oeste con el Municipio de Estelí (Dpto. de Estelí).

### **1.5.3 Clima y precipitación**

El municipio de La Concordia goza de un clima de sabana tropical de altura, caracterizándose por ser cálido en la mayor parte del territorio, a excepción de la porción montañosa. Densidad poblacional 64 habitantes por km<sup>2</sup>.

### **1.5.4 Relieve**

El municipio de La Concordia tiene algunas regiones planas y montañosas en la parte oriental y noroccidental. Las principales montañas que se destacan son:

- Santa Rosa, ubicada al sur de La Concordia,
- Las Chichiguas al occidente y las alturas del volcán de Yalí,
- Las Mesas al oriente y las montañas de El Salto.

### **1.5.5 Población y distribución del municipio**

La población total del Municipio es de 7,320 habitantes.

Distribuida según las áreas:



Área urbana: 1,546 Habitantes equivalentes al 21.12% del total de la población.

Área rural: 5,774 Habitantes equivalentes al 78.88% del total de la población.

Densidad poblacional: 48.47 H/Km<sup>2</sup>

### **1.5.6 Principales actividades económicas**

La población del municipio de La Concordia se dedica principalmente a la actividad agrícola y ganadera y en menor escala el cultivo de hortalizas.

Los rubros que más se cultivan son: Frijoles, maíz, repollo, caña de azúcar, sorgo, cebolla y tomate.

Existen algunos cultivos no tradicionales en las zonas más frescas del municipio como son: Manzanilla, café, quequisque, yuca, chayote.

En el municipio sólo ha existido una industria que fue un molino para moler trigo a los pobladores de la zona y de otros municipios aledaños. Este molino estaba ubicado en Santa Rosa y fue quemado según cuentan nuestros antepasados por Jinoteganos y esto lo hicieron por envidia ya que ellos no querían que se ubicara en La Concordia y llevárselo para Jinotega. Este molino funcionó en los años de 1930 a 1935.

También existe de una forma aislada la cerámica sobre todo la fabricación de ollas, tinajas, jarros y comales, esta cerámica es de barro y se elabora en la comunidad el Wiscanal.

Las relaciones económicas de importancia se realizan en las plazas más importantes y cercanas como son el departamento de Jinotega y el departamento de Estelí. Algunas veces también se comercializa con Managua, Masaya, Matagalpa, León y Chinandega.

### **1.5.7 Flora y fauna**

Hace muchos años existieron en el municipio maderas preciosas en abundancia tales como: Cedro, caoba, pochote, sauce, laurel, y otras.

Todas estas maderas han desaparecido producto que compañías explotaron estos territorios. Además, otras maderas han sido utilizadas en autoconstrucción de viviendas de los pobladores de las distintas comunidades que conforman el municipio.

Actualmente existen maderas de pino y roble, y otras variedades de menor uso e importancia. En lo que respecta a fauna, según la historia del municipio de La Concordia y su pobladores que más conocen de estos temas, hace muchos años aquí existieron fieras como el león y el tigre, el cauzelo y zajino, hoy solamente encontramos y muy poco el venado, gato de monte, mapachín, guardiolas, cusucos, garrobos y conejos. Encontramos también aves de rapiña como el zopilote, además pericos, palomas, entre otras.

#### **1.5.8 Localidad del sitio del proyecto**

La Comunidad El Zacatón ubicada a 15 Kilómetros de la cabecera municipal, el patrón de ubicación de este asentamiento humano es de forma concentrada, mide aproximadamente 4.5 km<sup>2</sup>. Sus límites:

Al Norte: El Tayacán

Al Sur: Los Matapalos

Al Este: Las Arenillas

Al Oeste: El Cebollal.

## **CAPÍTULO II. Marco teórico**

### **1.6 Estudio socioeconómico**

Para obtener un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio socioeconómico que permita conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Esta información se basará en el Manual de Administración del Proyecto – MACPM. Capítulo II PREINVERSION. Publicada por el Nuevo FISE. (FISE, 2007)

### **1.7 Aforo y calidad de agua**

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hacen necesario que ésta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto no puede lograrse si no se utilizan sistemas de medición adecuados.

Esto hace que para manejar el recurso hídrico de un curso de agua (río, canal, etc.) con distintos propósitos (agua potable, energía, riego, atenuación de crecidas, etc.) de una manera eficiente, requiera del conocimiento de la cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado (el caudal), durante un período de años lo más largo posible.

De ahí que es menester lograr datos de campo confiables y lo suficientemente precisos que nos permitan estudiar y proyectar manejos del agua con el menor grado de incertidumbre posible para satisfacer las demandas cada vez más crecientes que tiene la Humanidad.

Así, para una utilización eficiente del recurso hídrico de un curso de agua en su área de influencia, como primer paso se deben colocar las necesarias estaciones de medición del caudal (Estaciones de aforos).

Esto último conlleva a propender a la formación de técnicos capacitados en medición de cursos de aguas naturales y artificiales, que permitan obtener los datos básicos de cantidad de agua que pasa, para poder tomar las decisiones de manejo más adecuadas.

Ese conocimiento es esencial para determinar:

- La dotación de agua que podemos abastecer para consumo humano

- Las dimensiones y diseño de la planta de bombeo de ser necesaria una estación de relevo

En el caso específico de un canal es preciso saber cómo aforar caudales en el mismo para:

- Controlar el volumen de agua que fluye, evitando que reciba más agua de la que puede conducir, y para regular la entrada con las necesidades aguas abajo.

- Determinar las pérdidas por conducción y localizar fugas, como también para distribuir el agua en su recorrido. (Basan, 2008)

### **1.8 Estudios topográficos**

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). De "Topos" que significa lugar, y de "Grafos", descripción. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, podemos decir que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es. (Corasco, 2008)

### **1.9 Diseño de sistema de abastecimiento de agua**

El cálculo hidráulico se realizará siguiendo las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99). Este documento ha sido actualizado y ampliado por el INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), el cual contiene los principales criterios de diseño, para la elaboración de Proyectos de Agua Potable en la zona rural dispersa, y que comprende: Mini Acueductos por Gravedad (MAG), Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), Captaciones de Manantial (C.M), Pozo Excavado a Mano (PEM) y Pozo Perforado (PP). (INAA, 1999)

### 1.9.1 Periodos de diseño

Tabla 1 Períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Tipos de componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON 09001-99

### 1.9.2 Fuente de abastecimiento

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 y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

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

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

#### 1.9.2.1 Manantiales

Los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

#### 1.9.2.2 Pozo Excavado a Mano (PEM)

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso.

### **1.9.2.3 Pozo Perforado (PP)**

Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM, MAG Y CM no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba manual.

### **1.9.3 Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE)**

Esta opción será considerada solo en los casos en que exista: (1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento; (2) Disponibilidad de energía eléctrica y (3) Capacidad de pago de la comunidad. Si no se puede aplicar ésta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos.

#### **1.9.3.1 Estaciones 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, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

#### **1.9.3.2 Caseta de control**

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

### **1.9.4 Equipo de bombeo y motor**

#### **1.9.4.1 Bombas verticales**

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible.

#### **1.9.4.2 Bombas horizontales**

Las bombas centrifugas horizontales generalmente se emplean para pozos llanos y con un nivel de agua no mayor de 5.5 mts por debajo del centro de la bomba y con un límite máximo de aspiración que se fija con la presión atmosférica.

#### **1.9.4.3 Motores eléctricos**

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrifugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125 hasta 200 HP, y de mayor capacidad.

#### **1.9.4.4 Energía**

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

Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.

Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220 y mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica.

#### **1.9.4.5 Bombas manuales**

El abastecimiento de agua potable para pequeñas comunidades, donde la fuente de abasto es el agua subterránea, captada mediante pozo excavado a mano o pozo perforado, podrán ser equipados con bombas de mano, cuyos tipos o modelos estarán acorde a la profundidad del agua subterránea, capacidad de operación y mantenimiento por parte de los comunitarios, y de la disponibilidad de las mismas en el comercio local.

#### **1.9.5 Líneas de conducción y red de distribución**

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

### 1.9.5.1 Velocidades permisibles

Las velocidades del flujo para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías estarán entre los valores permisibles siguientes:

Velocidad mínima: 0.40 m/s

Velocidad máxima: 2.00 m/s

### 1.9.5.2 Coeficientes de rugosidad

Tabla 2 Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (Ho.Go)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (Ho. Fo)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: NTON 09001-99

### 1.9.5.3 Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras hidráulicas 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 de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras hidráulicas necesarias para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

### 1.9.5.4 Línea de conducción por gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas 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.



#### **1.9.5.5 Línea de conducción por bombeo**

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, 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 originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

#### **1.9.5.6 Red de distribución**

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

#### **1.9.6 Hidráulica del acueducto**

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que, si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías. La hidráulica del acueducto se calculará utilizando las normas rurales publicadas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

#### **1.9.7 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 presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

#### **1.9.8 Tratamiento y desinfección**

El suministro de agua potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica

que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

Estos procesos unitarios se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento.

### **1.10 Modelación de EPANET**

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en períodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia del agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET se ha concebido como una herramienta de investigación para mejorar nuestro conocimiento sobre el avance y destino final de las diversas sustancias transportadas por el agua, mientras ésta discurre por la red de distribución. Entre sus diferentes aplicaciones puede citarse el diseño de programas de muestreo, la calibración de un modelo hidráulico, el análisis del cloro residual, o la evaluación de las dosis totales suministradas a un abonado. EPANET puede resultar también de ayuda para evaluar diferentes estrategias de gestión dirigidas a mejorar la calidad del agua a lo largo del sistema. Entre estas pueden citarse:

- Alternar la toma de agua desde diversas fuentes de suministro.
- Modificar el régimen de bombeo, o de llenado y vaciado de los depósitos.
- Implantar estaciones de tratamiento secundarias, tales como estaciones de re-cloración o depósitos intermedios.
- Establecer planes de limpieza y reposición de tuberías.

EPANET proporciona un entorno integrado bajo Windows, para la edición de los datos de entrada a la red, la realización de simulaciones hidráulicas y de la calidad del agua, y la visualización de resultados en una amplia variedad de formatos. Esta variedad de formatos incluye planos de la red con códigos de colores, tablas de datos, gráficos con evoluciones temporales de diferentes variables, y planos con curvas de isoniveles. (Manual de usuario EPANET, 2017)

## **CAPÍTULO III.      Diseño metodológico**

### **1.11 Estudio socioeconómico**

Se efectuó una encuesta, aplicada casa a casa, con el apoyo de los líderes de la comunidad, a través de entrevista a los pobladores e información suministrada por la alcaldía municipal de La Concordia y el MINSA.

Esta información identificó las necesidades básicas y situación actual de la comunidad en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua.

Este estudio se realizó principalmente para obtener la población actual y realizar la proyección futura.

### **1.12 Aforo y calidad de agua**

Para conocer la calidad de agua se realizaron pruebas físicos químicos para conocer si estos valores son mayores a los máximos admisibles según las normas CAPRE.

Para el cálculo del caudal generado por la fuente se utilizó el método de aforo volumétrico en el cual se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Ec. 1 \quad Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q: Caudal (lts/s)

V: Volumen del recipiente (lts)

t: Tiempo (seg)

### **1.13 Levantamiento topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico con estación total, con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (Altimetría, planimetría), Para la ubicación espacial en el terreno se utilizó el Sistema Global de Posicionamiento Satelital (GPS).

## **1.14 Diseño hidráulico del sistema**

Se realizó un análisis hidráulico del sistema tomando en cuenta el estudio topográfico y de la demanda de la población partirá el diseño de las obras hidráulicas. El cálculo hidráulico se realizó siguiendo las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09-001-99)

### **1.14.1 Cálculo de población**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usó el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

$$Ec. 2 \quad P_n = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

P<sub>n</sub>: Población del año “n”

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

r: Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

### **1.14.2 Variaciones de consumo**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD): 1.5 CPD + pérdidas

Consumo máximo hora (CMH): 2.5 CPD + pérdidas

### **1.14.3 Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

#### 1.14.4 Línea de conducción por gravedad

Se diseño para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD + perdidas).

#### 1.14.5 Línea de conducción por bombeo

a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula exponencial de Hazen-William.

$$Ec. 3 \quad H_f = 10.548 * \frac{Q^{1.852}}{C} * LE * D^{-4.87}$$

Donde:

Hf: Pérdidas (m)

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

C: Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional)

LE: Longitudes equivalentes (m)

D: Diámetro de tubería de descarga (m)

b) Para determinar el diámetro más económico se aplicara la fórmula de Bresse detallado a continuación

$$Ec. 4 \quad \emptyset = 1.3 * X^{\frac{1}{4}} * \sqrt{Q}$$

Donde:

Ø: Diámetro de tubería de descarga (m)

X: # de horas de bombeo por día / 24 horas

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

c) Se dimensionara para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estimara en 1.5 del consumo promedio (CMD=1.5 CP, más las pérdidas)

d) Para el cálculo del golpe de ariete considerando un cierre brusco en el punto más bajo de la tubería en donde se ubicará la estación de bombeo se utilizó la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi, detallada a continuación.

$$Ec. 5 \quad H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * e}}}$$

Donde:

H: Golpe de ariete (m)

V: Velocidad (m/s)

Ea: Módulo de elasticidad del agua (20,670 kg/cm<sup>2</sup>)

Em: Módulo de elasticidad de la tubería (19,672.59kg/cm<sup>2</sup>)

D: Diámetro de tubería (cm)

E: Espesor de la pared de tubería (cm)

#### 1.14.6 Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer el 15% de volumen compensador y el 20% del volumen de reserva para un total del 35% del Consumo Promedio Diario.

#### 1.14.7 Diseño de bomba

Para el cálculo del diseño de la bomba se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ec. 6 \quad NB = \frac{\gamma * C.T.D * Q}{0.736 * 1000 * EB} * FM$$

Donde:

NB: Potencia de la bomba (Hp)

$\gamma$ : peso específico del agua (N/m<sup>3</sup>)

C.T.D: Carga total dinámica (m)

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

EB: Eficiencia de la bomba (75%)

FM: Factor de mayoración (1.15)

### **1.15 Análisis y cálculo hidráulico de la red**

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET 2.0 español, utilizando la fórmula de Hazen-Williams que dispone el programa, se efectuó el análisis para CMH (consumo máxima hora) y cero hora de la red de distribución, CMD (consumo máximo día) en la línea de conducción, determinando las velocidades, presiones a las que estarán sometidas las tuberías y el diámetro óptimo para determinar la alternativa más viable técnicamente.



## CAPÍTULO IV. Análisis y presentación de resultados

### 1.16 Estudio socioeconómico

Este estudio se realizó principalmente para obtener la población actual y realizar la proyección futura para el período de 20 años.

#### 1.16.1 Censo y encuesta socioeconómica

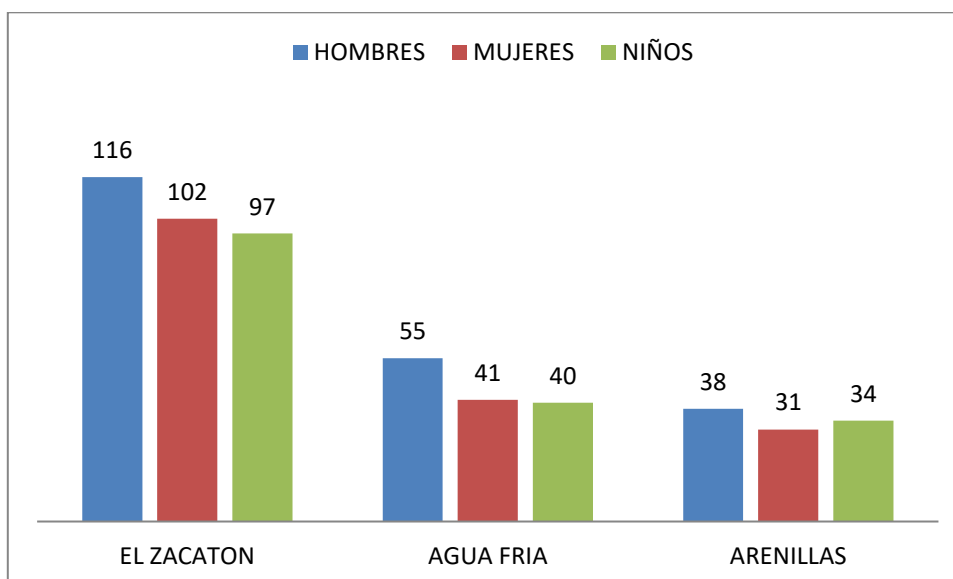
El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad El Zacatón, Arenillas y Agua Fría, del municipio de La Concordia fue realizada casa por casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, vivienda y aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio.

Con esta información se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto.

La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

##### 1.16.1.1 Población

Gráfico 1 Población

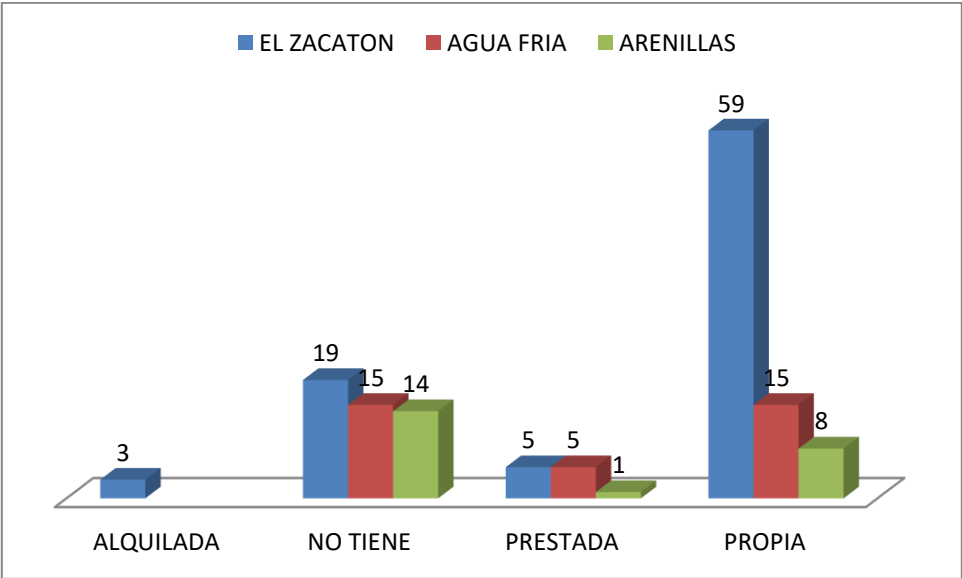


Fuente: Elaboración propia

Las comunidades El Zacatón, Arenillas y Agua Fría, tiene una población de 554 habitantes distribuidos en 146 viviendas. De estos 209 son hombres, 174 son mujeres y 171 niños.

**1.16.1.2 Tenencia de tierra**

Gráfico 2 Tenencia de tierra



Fuente: Elaboración propia

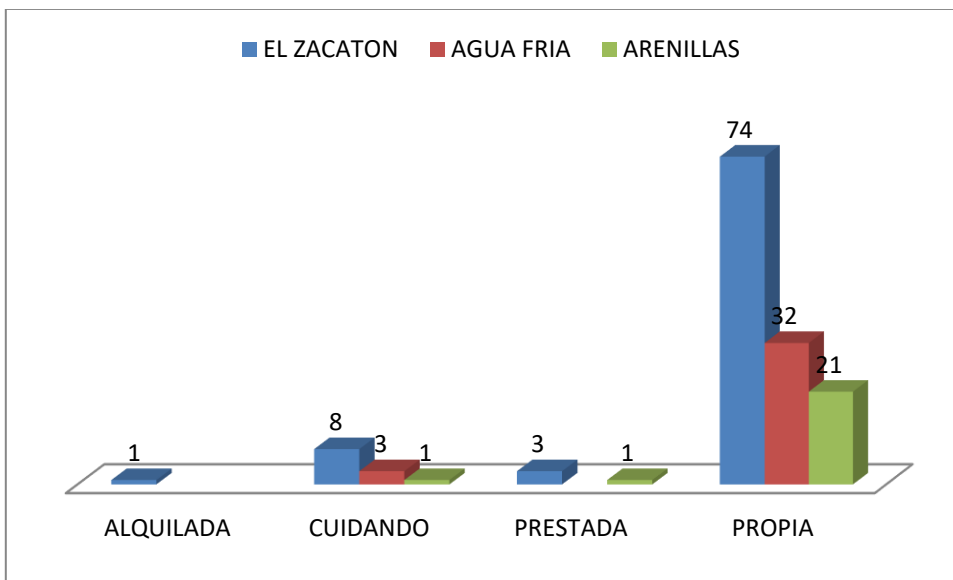
La comunidad El Zacatón cuenta con terrenos propios de una manzana a más, mismos que son utilizados para la producción de granos básicos, hortalizas, ganadería, entre otros. De las 87 viviendas encuestadas 19 no poseen tierras, 5 expresaron estar ocupando tierras que son propiedad de familias que están en el extranjero (prestada) y 3 están en alquiler.

Agua fría y Arenillas muestran una peculiaridad, de las 58 viviendas encuestadas el 50% de su población no cuenta con terrenos, solamente poseen el espacio donde fue construida la vivienda y de la población total de ambas comunidades apenas 23 familias tienen pequeñas áreas de terrenos por poner ejemplos en Agua fría 7 de 15 familias que poseen terrenos tienen menos de una manzana, y en arenillas el 50% de los 8 que tienen terrenos están en los rangos de 03 a 10 manzanas. En Agua Fría hay 5 pequeñas áreas al cuidado de otras personas que no son los dueños y en Arenillas una.

### 1.16.1.3 Vivienda

En cuanto a la vivienda se abordaron dos aspectos fundamentales; la tenencia y el material constructivo de la misma de las 145 encuestas realizadas en las 3 comunidades el resultado predominante es que las viviendas son propias, Las viviendas en las comunidades se encuentran en forma concentrada por sectores; lo cual alcanza el 87% del total, 9% están al cuidado de familiares de los dueños y un porcentaje mínimo 4% en alquiler y prestada.

Gráfico 3 Tenencia de vivienda

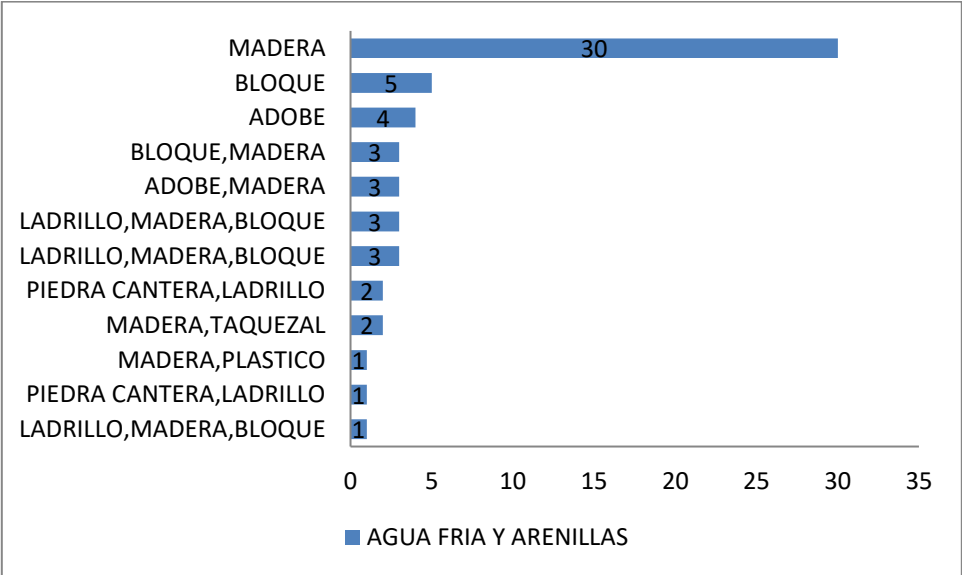


Fuente: Elaboración propia

Igualmente se pudo observar una disminución en el número de viviendas en Agua Fría, posiblemente han sido todas absorbidas por las familias que tienen más extensiones de terreno o un fenómeno de migración hacia otras localidades, de acuerdo a los datos presentados por INIDE en 2008, Agua Fría tenía un número de 51 hogares en total y de esos 45 hogares estaban ocupados, actualmente según el recorrido que realizamos con la vocal del CAPS, la señora Julissa del Rosario Herrera Zeledón solo se encontraron 23 viviendas, las cuales fueron encuestadas.

El material constructivo de la vivienda en Agua Fría y Arenillas en su mayoría obedece según la costumbre, a una predominancia de la estructura de una vivienda rural, cuyo material utilizado culturalmente es madera, equivalente a un 52% de las viviendas totales, en general los techos son de zinc, excepto una vivienda que su estructura es de madera y plástico.

Gráfico 4 Material de vivienda Agua fría y Arenillas



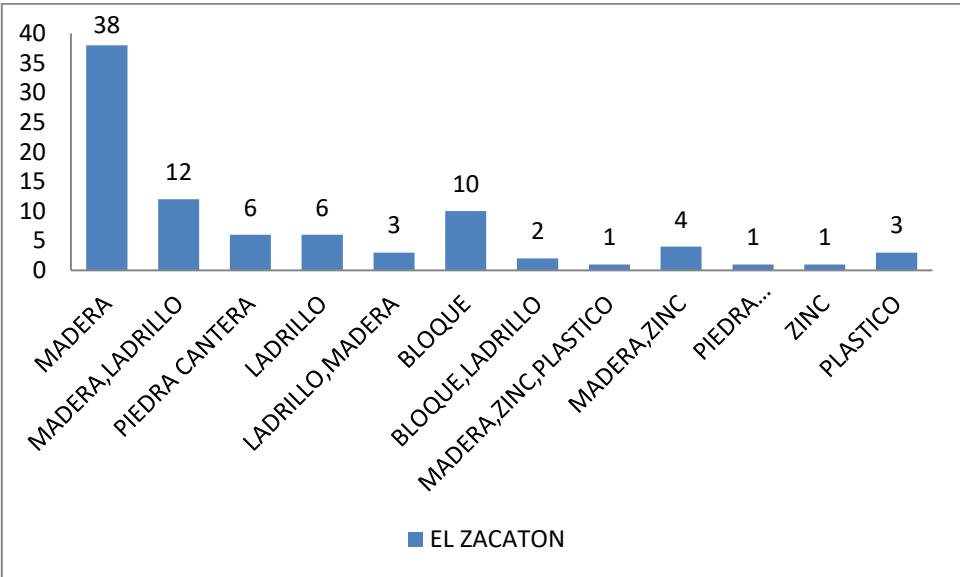
Fuente: Elaboración propia

Según se pudo observar en ambas comunidades se encuentra también viviendas de adobe, lo que está íntimamente relacionado a los condiciones económicas de las familias que no poseen activos naturales entre ellos el más importante la tierra para cultivos, sus dueños se dedican a la venta de fuerza de trabajo en las parcelas productivas de la zona quienes al momento de ser encuestados expresaron ganar entre 150 y 200 córdobas por día, con lo cual solamente pueden garantizar los mínimos básicos para el sustento de sus familias.

En El Zacatón también puede apreciarse que un 44% de las viviendas encuestadas es de madera, puede observarse precariedad sobre todo aquellas que están construidas de materiales como plástico, zinc, se observa limitaciones en su exterior e interior. Muchas de ellas ni siquiera cuentan con un sanitario, ni puestos de agua. A excepción de las viviendas de madera, bloque y ladrillo hay

bastantes viviendas de materiales combinados y minifaldas de piedra cantera y madera, ladrillo y madera, bloque y madera. Cabe señalar que las condiciones de la vivienda están en relación a la tenencia de terreno. Las familias que poseen  $\frac{1}{4}$  de manzana o menos, sus viviendas están en mal estado o son viviendas estructuralmente inestables con materiales constructivos no adecuados para su seguridad y calidad de vida.

Gráfico 5 Material de vivienda El Zacatón

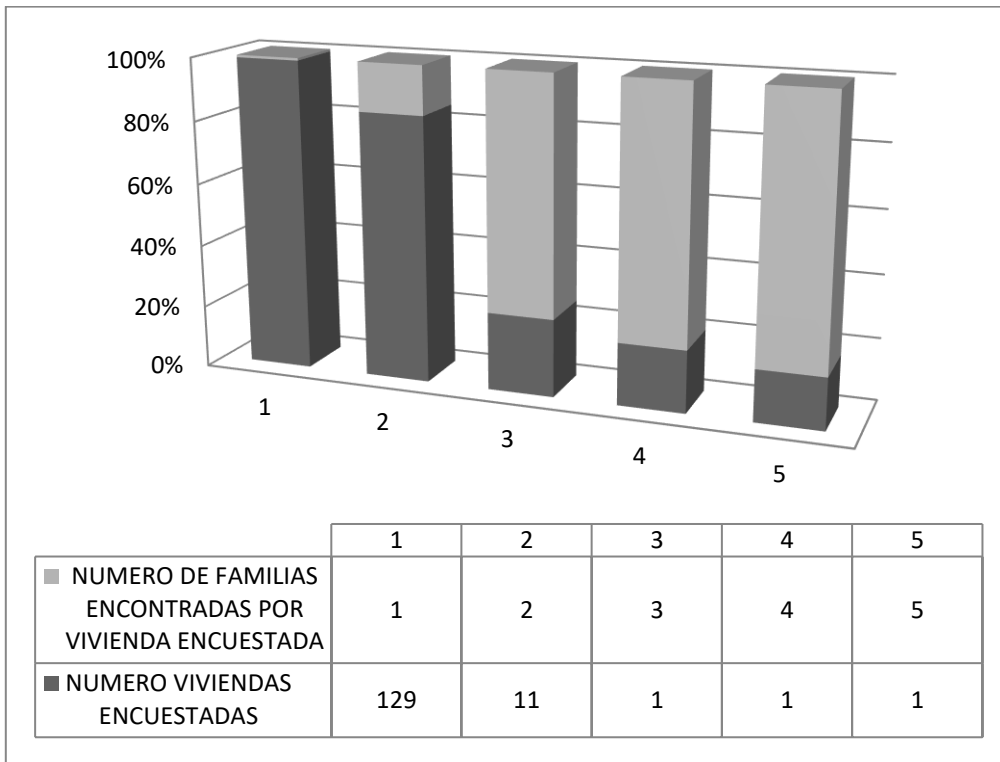


Fuente: Elaboración propia

Respecto a los servicios básicos en la vivienda, un total de 139 de las viviendas encuestadas tiene al menos agua y energía eléctrica en sus hogares y 6 viviendas localizadas en Zacatón no tienen acceso a servicios básicos, analizando los resultados según la tenencia de tierra, el acceso a servicios básicos en este caso no es vinculante a la cantidad de terreno que poseen, por ejemplo algunas viviendas que los propietarios o cuidanderos poseen entre 3, 20, 50,53 y 102 manzanas no cuentan con servicios básicos.

### 1.16.1.4 Aspectos socio demográficos

Gráfico 6 Número de familias por vivienda



Fuente: Elaboración propia

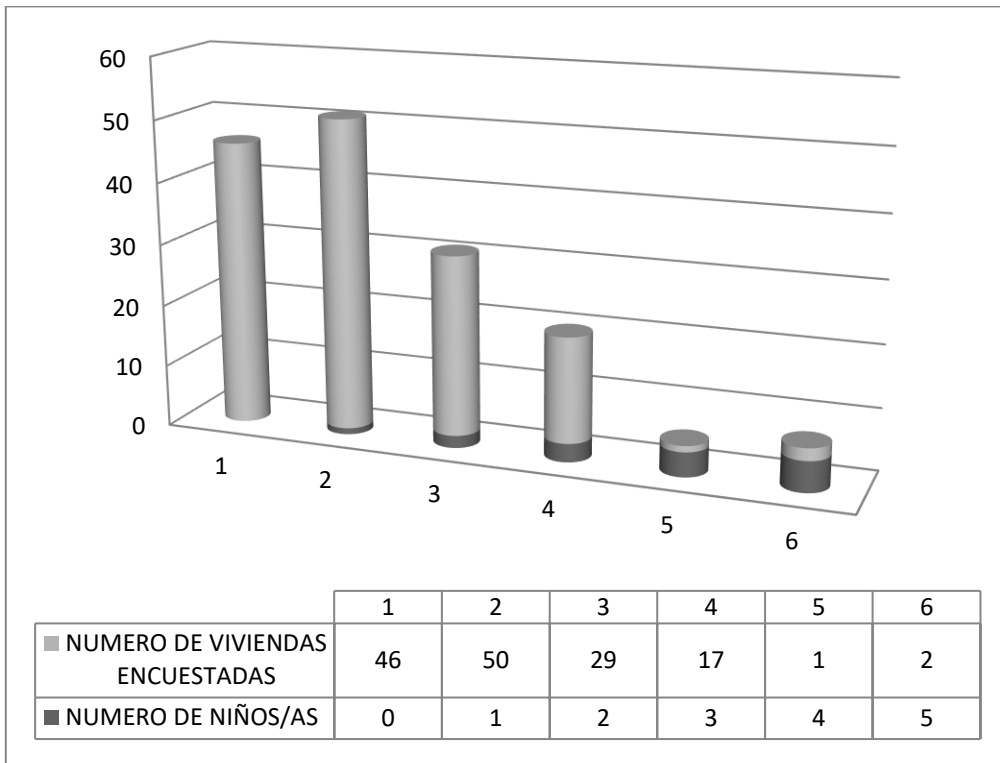
Se logró recabar en la encuesta que 16 hogares son liderados por mujeres en su mayoría madres solteras, de las cuales encontramos: 10 en El Zacatón, 3 en Agua Fría y 3 en Arenilla, las 130 viviendas restantes están a cargo de jefes varones.

De las 145 viviendas encuestadas, se encontraron 2 vacías, sin embargo, hubo personas en la comunidad que facilitaron la información básica.

En 129 viviendas solamente habita una familia por vivienda, en 16 viviendas reside más de una familia.

A manera general no hay datos de hacinamiento crítico puesto que el número de hijos por familia suele estar en promedios relativamente bajos, la tenencia de los hijos está relacionada a la búsqueda de un hogar.

Gráfico 7 Número de niños/as por vivienda



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta cuántos niños y niñas hay en la vivienda el dato arrojado por la encuesta es 173 niños en total, un promedio de 1.18 niños por hogar encuestado, sin embargo, en 46 viviendas no hay niños. Y en 50 viviendas se registra un niño por familia. Entre 2 y 3 niños en 46 familias y en apenas 3 familias más de cuatro niños.

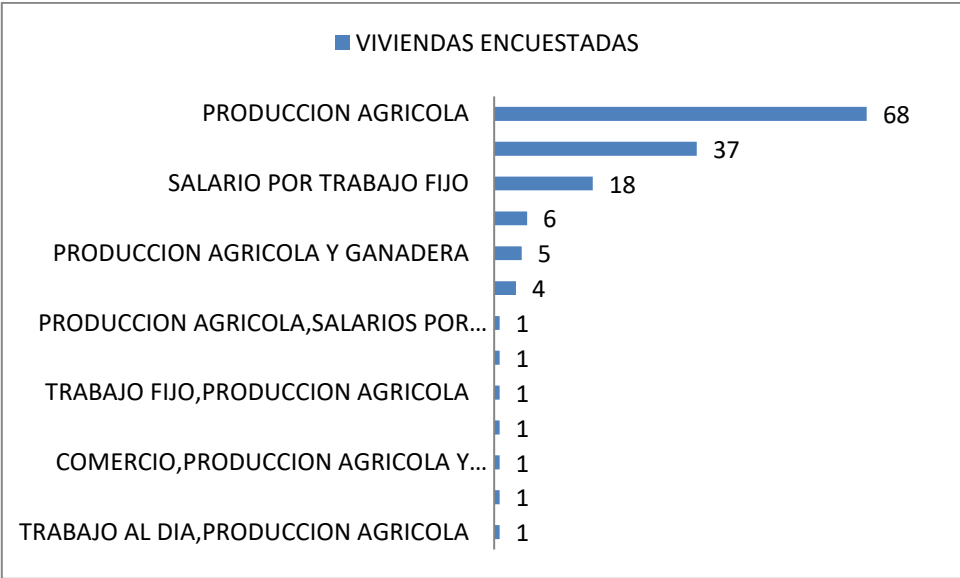
Al analizar y cruzar las variables; número de familias encuestadas, número de hijos por familia, número de familias por hogar, número de niños y niñas se concluye que las familias oscilan entre 1-2 hijos por mujer.

El crecimiento poblacional es lento, una tendencia generalizada en el municipio en el ámbito urbano y rural con relación al resto de municipios del departamento de Jinotega, la cual valdría la pena investigar en otros estudios si se debe al nivel educativo en la población o si obedece a factores de infertilidad y/o planificación familiar efectiva.

Para concluir este acápite, en las 145 viviendas encuestadas se contabilizó un total de 554 personas en promedio 4 personas por vivienda, dato que coincide con los datos encontrados respecto a los nuevos nacimientos.

**1.16.1.5 Fuentes de ingreso familiares**

Gráfico 8 Ocupación principal



Fuente: Elaboración propia

En el territorio la población se dedica en su mayor parte a la producción agrícola. El 47% de su población se dedica a la producción agrícola en su propia parcela o alquilando tierras, de acuerdo a entrevista realizada al líder de El Zacatón Don Chepito, expresa que hay 5 fincas grandes y los principales rubros productivos de esas fincas son ganado lechero, papas, café, repollo, entre otros, y así los mismos rubros extendidos en pequeño para los habitantes que poseen menos extensiones de terreno, se pudo observar además un enorme acopio de papa que queda a unos 5 metros de la entrada principal a la comunidad. El acopio pertenece a un papero de Estelí, los comunitarios le llaman Yuri quien se ha asociado con la mayoría de los productores, les otorga financiamiento para sus cultivos, luego acopia y de ahí se lleva a comercializar la producción de la zona.

Los trabajadores al día que el grafico muestra son los mismos comunitarios que se encargan de apoyar las temporadas productivas en la zona, en entrevista



realizada a doña María Elena Romero habitante de El Zacatón, dice que por saco de papa arrancado pagan 10 córdobas, el mejor cortador de papa de corta hasta 35 sacos de papa por día.

Respecto a los ingresos mensuales las familias acreditaron sus ganancias en dependencia de su principal actividad económica, es decir que aquellos que tienen diversidad productiva solo incluyeron el rubro principal, en este caso la producción agrícola.

Tabla 3 Rangos de ingresos mensuales

<b>Ingresos mensuales en efectivo</b>							
<b>CORDOBAS</b>							
<b>Rangos de ingresos</b>	1000-1500	1800-2500	3000-4000	4500-6000	6600-9600	10000-15000	18000-30000
<b>No. familias</b>	4	4	38	61	14	18	6
<b>Total</b>							145

Fuente: Elaboración propia

Los ingresos más bajos están dados por el tipo de actividad económica en este caso son los que venden su fuerza de trabajo en las parcelas vecinas del sitio en estudio, hay quienes tienen trabajos fijos por tanto 10 personas reconocieron que trabajan los 30 días del mes, otras 22 personas trabajan entre 20 a 26 días en el mes, los salarios más altos de quienes son jornaleros oscilan entre 150 a 200 córdobas y en arranca de papa según lo que puedan recolectar en sacos quintaleros es por ello que se encuentra en la tabla ingresos hasta de seis mil córdobas, quienes perciben ingresos mayores a 6.000 córdobas son los que aprovechan sus áreas de terreno para invertir en cultivos propios.

Por cuanto se refiere a las actividades económicas de las mujeres se pudo observar economía de patio en algunas viviendas (gallinas, patos, cerdos). Pero en la familia no le agregan valor al cuidado de los animales de patio porque la mayor

parte se utilizan para fortalecer la seguridad alimentaria de la familia (huevos, carne).

#### **1.16.1.6 Capacidad de pago de la población**

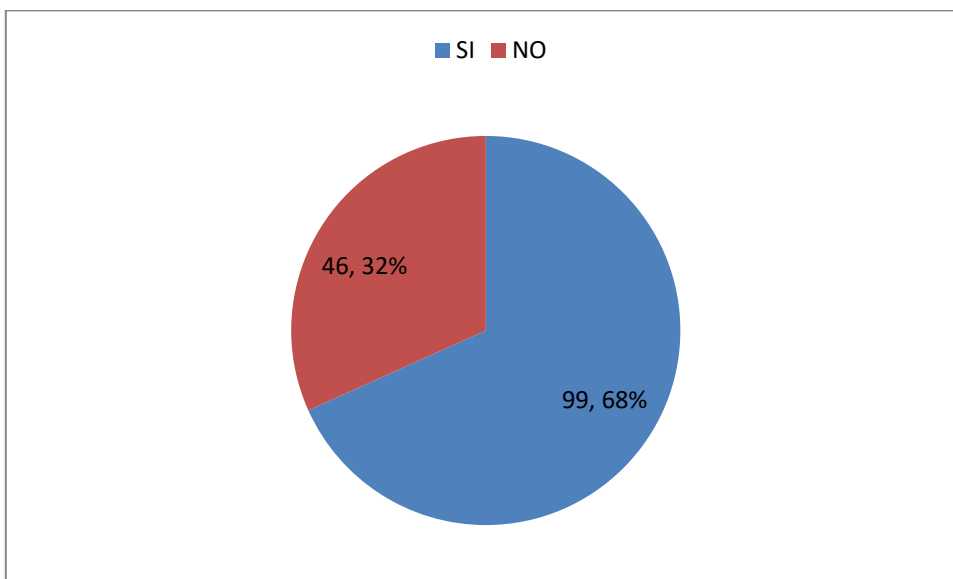
A la hora de aplicar la encuesta nos encontramos con escasa información al respecto, debido a que la población tiene mitos sobre una posible intención de cobrar más impuestos a las familias, de manera que en el 100% de los encuestados hubo el temor de dar la veracidad de sus ingresos económicos.

Se considera que la población (99 familias) tiene posibilidades de ingreso mensual mayor o igual a 4500 y 6000 córdobas y 38 personas ganan de 3000 a 4000 córdobas, la vulnerabilidad en los ingresos mensuales estaría expresada en un 6% de la población equivalente a 8 familias con ingresos menores a 2500 córdobas mensuales.

#### **1.16.1.7 Aspectos de saneamiento**

Del 100% de las familias encuestadas el 32% no cuentan con una estructura de servicios higiénicos o letrinas en sus viviendas, una cifra bastante alta, los motivos que adujeron en sus comentarios fue que en el caso de las personas que están cuidando las viviendas no hacen la inversión puesto que no son viviendas propias, también en casos particulares hubo una persona encuestada que expresó textualmente “ No tengo riales para gastar en letrina”, no se refleja en todos los casos el interés de la gente sobre la importancia que tiene la existencia de un servicio higiénico en la vivienda, otro número importante de la población no han construido sus servicios higiénicos porque utilizan los de las casas vecinas, los que tienen parentesco utilizan el servicio de la casa del papá o los hermanos se encontró 33 viviendas prestando letrinas.

Gráfico 9 Acceso a sanitario en vivienda



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las cifras encontradas en INIDE (2008) se registró viviendas sin servicios higiénicos en el Zacatón 6, en Arenillas de 28 viviendas ocupadas existentes 13 no tenían letrina, en Agua Fría 12 de 46 hogares existentes no tenían letrinas. Actualmente de las viviendas encuestadas se encontró que en El Zacatón 20 no tienen sanitarios, un dato que sigue en incremento y al parecer en trece años no se ha generado un cambio en las prácticas de higiene.

Tabla 4 Tipo de servicio higiénico

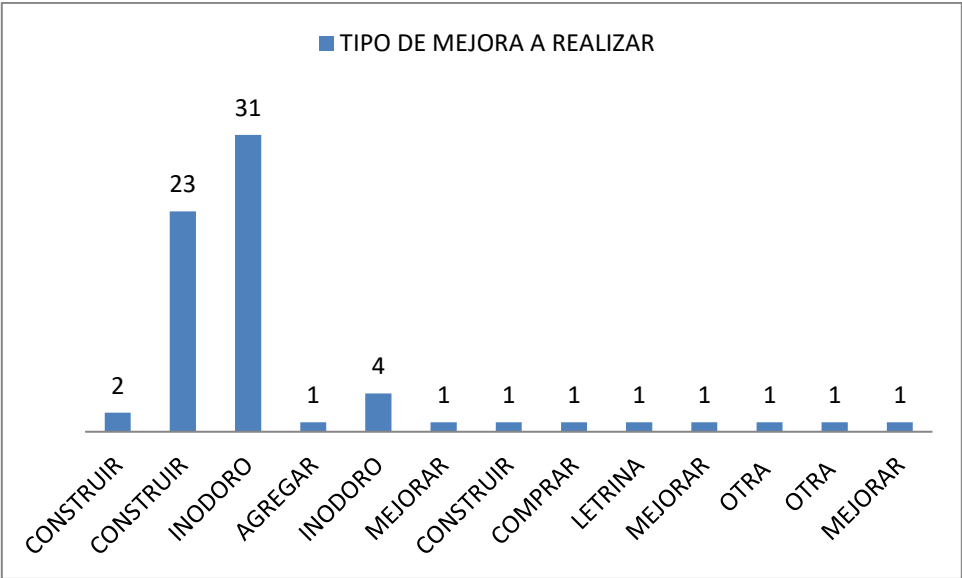
No	Tipo de servicio higiénico	Total	Tecnología de tratamiento
1	Inodoro	20	De los 20 inodoros encontrados 14 fueron contruidos con sumidero, 5 con tanque séptico, 1 con biodigestor auto limpiable.
2	Letrinas	68	Sumidero
3	Tasa rural de flujo libre	11	Sumidero
4	No tiene	46	46

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, encontramos que de acuerdo a las capacidades económicas de los habitantes de las comunidades y aun con las dificultades de no tener agua, 20 de las viviendas tienen inodoros (que representan el 14%) los cuales funcionan haciendo uso de agua de fuentes propias como pozos y manantiales ubicados en sus propiedades. Las viviendas que cuentan con este servicio están distribuidas de la siguiente manera: 16 viviendas en la comunidad El Zacatón, 03 en Agua Fría y 01 en Arenillas. Se observó que como medio de tratamiento 14 utilizan sumidero, 05 tienen tanque séptico y 01 caso utiliza biodigestor.

En general 58 de las 68 letrinas encontradas se encuentran en estado regular, otras ya han terminado su vida útil y no se han reconstruido, lo cual aumenta el número de personas que en realidad no tienen higiénicos, es además evidente que para la población que utiliza letrinas no es una prioridad mejorar sus condiciones, reparar el techo o las paredes, colocar la puerta; realmente es una área poco valorada por la gente, en alrededor de 15 letrinas el foso está lleno, sumando a ello que 46 viviendas no tienen servicios higiénicos indica un problema de salud pública y riesgo latente de contaminación en las fuentes de agua cercanas con coliformes fecales.

Gráfico 10 Tipo de mejora a realizar en saneamiento



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al preguntar a los comunitarios que poseen letrinas si pretenden realizar alguna mejora en sus sanitarios 68 personas en las 3 comunidades respondieron que si, en cambio los que poseen inodoros solamente tres personas pretenden realizar mejoras, en general sus aspiraciones son tener su inodoro, un total de 31 personas expresó que quieren tener un inodoro en sus viviendas y otras cinco personas quieren además agregar un lavamanos en su servicio higiénico.

En general se preguntó a la población porque no tiene una unidad de saneamiento, específicamente en Agua Fría y Arenillas se encontraron respuestas tales como; no saben cómo se hace un área de saneamiento, falta de interés y asesoría mayoritariamente y 13 personas con claridad respondieron “voy al patio” todos estos en hogares propios, además en 3 de estas viviendas se pudo observar antenas de televisión satelital.

### 1.16.1.8 Agua potable

Tabla 5 Acceso a agua potable por comunidades

Tiene acceso a agua potable		
Comunidad	Si	No
Arenilla	3	20
Agua Fría	17	18
Zacatón	9	78
Total	29	116

Fuente: Elaboración propia

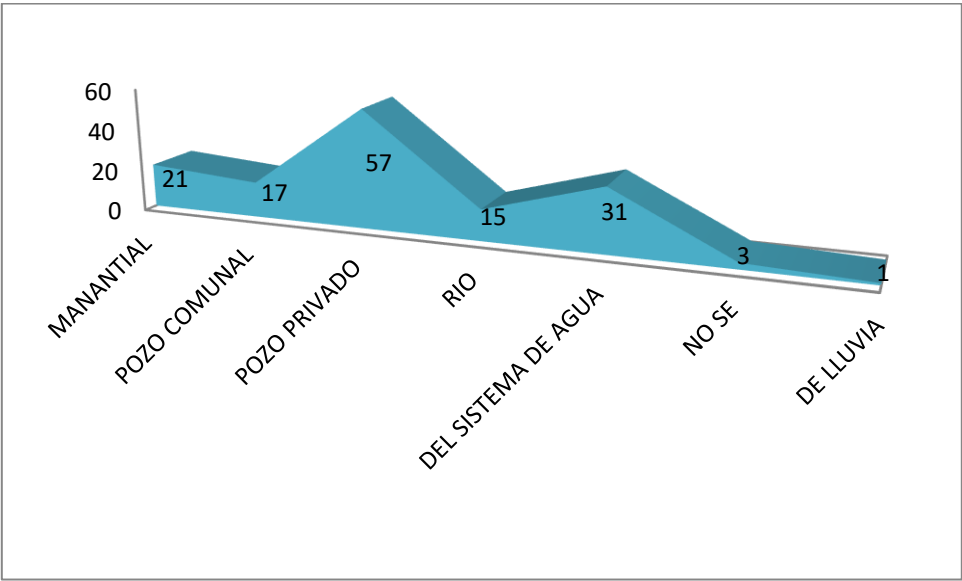
En cuanto al acceso a agua potable en el territorio ninguna de las comunidades tiene acceso a la misma, los pozos existentes en El Zacatón, no reciben tratamiento y el sistema encontrado en Agua Fría ya caducó su vida útil, sin embargo al realizar la pregunta si tiene acceso a agua potable en Arenillas 3

personas respondieron si, 20 personas respondieron no, en Agua Fría 17 dijeron que si 18 respondieron no, y en El Zacatón 9 expresaron que tenían agua potable, 78 dijeron que no tienen acceso a agua potable.

Aunque todos de cualquier manera tienen acceso a agua la mayoría reconoce que no es potable.

Al preguntar, de donde se toma el agua que actualmente están consumiendo en 57 viviendas proviene de pozos excavados a mano localizados 44 en El Zacatón, 7 en Agua Fría y 6 en Arenilla, 36 viviendas consumen agua de ríos y manantiales es indudable el hecho de que la gente está utilizando agua de mala calidad.

Gráfico 11 Origen del agua de consumo



Fuente: Elaboración propia

Sumado a que en 78 de los hogares encuestados no hay sitio para encerrar los animales, y solo 13 hogares tienen lugares adecuados para encerrar los animales domésticos.

El Ministerio de Salud realizó la última cloración en los pozos comunales de El Zacatón dejando una advertencia por escrito pegada en el área de los pozos,

donde se leía más o menos “Estos pozos están contaminados, no es agua para consumo humano”.

Respecto a la distancia donde se encuentra la toma de agua, solamente 14 viviendas tienen disponibilidad dentro de la casa, 38 tienen pozos en sus patios y la mayoría de la población encuestada un total de 93 viviendas deben de caminar.

Tabla 6 Rango de longitudes que viaja para obtener agua, y disposición para participar en el proyecto

Distancia en metros para recolectar agua			Paga por el agua que recibe		De darse un proyecto de agua apoyaría	
0m-120m	150m-500m	600m-2000m	si	No	Si	No
51	38	4	8	137	141	4

Fuente: Elaboración propia

Las distancias para traer el agua son relativamente grandes, sumando a ello el peso del agua y la cantidad que pueden cargar, es una tarea que la realizan las mujeres y los niños y niñas, los volúmenes que hacen llegar a las casas alcanza también para lavar la ropa, y se logró observar que los barriles de almacenamiento estaban siempre llenos.

Cuando se preguntó si pagan por el agua que reciben en El Zacatón hay 6 personas que tienen establecido un pago mensual a los dueños de los pozos y en Agua Fría se encontró dos personas que pagan por el agua que utilizan, pero no se logró obtener información sobre cuánto es el aporte económico que pagan por el permiso de disponer de agua para sus hogares.

La última pregunta reflejada en la tabla anterior, de darse un proyecto de agua apoyaría, mediante las conversaciones con la gente y el desarrollo de la encuesta nos dimos cuenta que la necesidad latente está en El Zacatón, a tal magnitud que la población se está organizando alrededor del proyecto, en Agua Fría, los

comunitarios se comportaron indiferentes puesto que cuentan con un abastecimiento de agua por gravedad que llega cada dos días, además no tienen micro medición, no aportan nada para mantener el sistema y no invierten siquiera en los puestos de agua domiciliarios, a tal punto que se observó que algunas conexiones no tienen llave; el agua pasa directamente y se ocasiona derroche y eso nadie lo está regulando, de modo que una posible intervención llegaría a molestar la comodidad establecida por los comunitarios respecto al uso del agua. En Arenillas nuestra apreciación fue igual, porque sus respuestas no se dieron con entusiasmo por el proyecto, respondieron si porque solo tenían dos opciones de respuesta, ellos se abastecen de pozos y ojos de agua, por tanto, al tener acceso al vital líquido no sienten por ahora la necesidad de otro suministro, prueba de ello es que en Agua Fría y Arenillas hubo respuestas directas de pobladores que dicen que no apoyarían un posible proyecto.

#### **1.16.1.9 Principales problemáticas encontradas**

La mayoría de los recursos naturales están en proceso de deterioro, debido a las malas prácticas ambientales por parte de los habitantes de la comunidad entre ellos la explotación de la madera, la no reforestación, la extensión de la frontera agrícola y ganadera existente.

Las actividades económico productivas de cada hogar dependen de la extensión de tierra que poseen, las familias con menos extensión de tierra que son viviendas que solo tienen un solar, son los que venden su fuerza de trabajo y tienen menos probabilidad de crecimiento económico.

No es una práctica cultural arraigada el establecimiento de un sanitario en la vivienda.

La falta de organización comunitaria, es uno de los principales problemas encontrados, si bien es cierto que en El Zacatón se están realizando esfuerzos por crear una base organizativa en el tema del proyecto del agua, pero no existía antes una organización comunitaria de base, además la organización que se está gestionando es un CAPS (comité de agua potable y saneamiento), únicamente



para garantizar el buen funcionamiento del sistema, pero falta organizaciones capaces de crear un verdadero capital social en cada comunidad.

Por otro lado, en Agua Fría se presenta una incipiente organización de cara al sistema de agua que posee la comunidad, sin trascendencia y sin compromiso por garantizar la sostenibilidad de su sistema de agua.

El hecho de que se encontraron viviendas prestadas genera inestabilidad, puesto que la gente no tiene sentido de pertenencia a la localidad y no quieren realizar inversiones en bienes que no son propios, razón por la cual no han construido letrinas propias, en este sentido podría ocurrir que no quieran trabajar en favor del proyecto, puesto que su permanencia o no en las viviendas depende de la voluntad de los verdaderos dueños.

## **1.17 Aforo y calidad de agua**

### **1.17.1 Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento es un pozo perforado de tipo surgente, se ubica en las coordenadas UTM, 581719.05m E, 1463508.22m N, 1351.31m de elevación. Ubicado en terreno del Sr. Juan Pablo Flores.

La fuente de abastecimiento de agua ubicada en la comunidad El Zacatón, está situado a 1934 metros del sitio donde se construirá el tanque de almacenamiento. Dicho tanque estará ubicado a una altura aproximada de 1463 m en el sitio más alto de la comunidad.

Se ha considerado esta fuente fundamentalmente porque de acuerdo a los cálculos primarios, suministra agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado (20 años).

Para la caracterización de la fuente, se consideraron los siguientes criterios: Caudal, elevación topográfica, calidad del agua y disponibilidad legal. La fuente de la comunidad El Zacatón ofrece un caudal de explotación de 40 gal/min según la prueba de bombeo.

Tabla 7 Descripción del pozo a explotar

Información del pozo		
Elevación del pozo:	1351.31	msnm
Profundidad:	243.7	Ft
Diámetro de revestimiento:	150	mm
Material revestimiento:	PVC SDR26	
Nivel Estático (NEA):	0.00	m
Nivel Dinámico (ND):	30.00	m
Caudal óptimo de explotación:	40.00	gpm
Caudal máximo en emergencia	50.00	gpm
Descenso máximo (Abatimiento):	42.35	m

Fuente: Informe pruebas de Bombeo Water for People.

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 1.15 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de las comunidades El Zacatón, Arenillas y Agua fría, ya que el pozo ofrece un caudal de 2.52 l/s mayor que los 1.15 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% del área de estudio.

## 1.17.2 Calidad de agua

### 1.17.2.1 Resultados análisis de arsénico

Tabla 8 Resultados de análisis de arsénico

Parámetro	Método	Límite de detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles
Arsénico Total.	E.Rothery Et al 1984	0.99	< 0.99	µg.l <sup>-1</sup>	10 µg.l <sup>-1</sup>

Fuente: Resultados de análisis de agua CIRA-UNAN.

Podemos apreciar que no se detectó presencia de arsénico dentro de los límites de detección, por tanto, el agua es óptima para consumo humano.

### 1.17.2.2 Resultados analíticos de plaguicidas organofosforados

Tabla 9 Resultados de análisis de plaguicidas organofosforados

Parámetro	Método	Límite de detección	Resultados	Unidades
CO-RAL (COUMAFOS)	CIRA/UNAN, 2005	50	AND	ng.l <sup>-1</sup>
DEF (TRIBUFOS)		15	AND	ng.l <sup>-1</sup>
DIAZINON		25	AND	ng.l <sup>-1</sup>
ETIL-PARATION		15	AND	ng.l <sup>-1</sup>
ETION		20	AND	ng.l <sup>-1</sup>
FORATE		50	AND	ng.l <sup>-1</sup>
GUTION METIL) (AZINFOS		100	AND	ng.l <sup>-1</sup>
MALATION		25	AND	ng.l <sup>-1</sup>
METIL-PARATION		15	AND	ng.l <sup>-1</sup>
MOCAP (ETOPROFOS)		50	AND	ng.l <sup>-1</sup>
TERBUFOS		25	AND	ng.l <sup>-1</sup>
ZOLONE (FOSALONE)		15	AND	ng.l <sup>-1</sup>

Fuente: Resultados de análisis de agua CIRA-UNAN.

AND: Analizado, no detectado.

Podemos apreciar que no se detectó presencia de plaguicidas organofosforados dentro de los límites de detección, por tanto, el agua es óptima para consumo humano.

### 1.17.2.3 Resultados analíticos de plaguicidas organoclorados

Tabla 10 Resultados de análisis de plaguicidas organoclorados

Parámetro	Método	Límite de detección	Resultados	Unidades
ALFA-CLORDANO	CIRA/UNAN, 2005	0. 0.21	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. GAMMA-CLORDANO	14.	5. 0.21	6. AND	17.
3. ALFA-HCH	19.	0. 0.23	1. AND	22.
3. BETA-HCH	24.	5. 0.67	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. DELTA-HCH	29.	0. 0.29	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. LINDANO	34.	5. 0.36	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. pp-DDE	39.	0. 0.19	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. pp-DDD	44.	5. 0.26	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. pp-DDT	49.	0. 0.82	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. HEPTACLORO	54.	5. 0.14	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. HEPTACLORO-EPOXIDO	59.	0. 0.11	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. ALDRIN	64.	5. 0.32	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. DIELDRIN	69.	0. 0.16	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. ENDRIN	74.	5. 0.28	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. ENDRÍNELDEHÍDO	79.	0. 0.19	81.	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. ENDRÍNCETONA	84.	5. 0.26	86.	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. ENDOSULFAN I	89.	0. 0.25	1. AND	2. ng.l <sup>-1</sup>
3. ENDOSULFAN II	94.	5. 0.11	6. AND	7. ng.l <sup>-1</sup>
3. ENDOSULFANSULFATO	99.	00. 0.42	101.	02. ng.l <sup>-1</sup> 1
03. METOXICLORO	104.	05. 0.38	106.	07. ng.l <sup>-1</sup> 1
08. TOXAFENO	109.	10. 8.7	11. AND	12. ng.l <sup>-1</sup> 1

Fuente: Resultados de análisis de agua CIRA-UNAN.

AND: Analizado, no detectado.

Podemos apreciar que no se detectó presencia de plaguicidas organoclorados dentro de los límites de detección, por tanto, el agua es óptima para consumo humano.

#### 1.17.2.4 Resultados analíticos Físico – Químico

Tabla 11 Resultados de análisis Físico - Químico

Parámetro	Método	Limite y/rango de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles CAPRE
Turbidez	2130.B <sup>1</sup>	0.009 a 999	17.5	UNT	5.0 UNT
PH a 25,0°C	4500-H.B <sup>1</sup>	0.10 a 14.00	7.45	Unidades de PH	6.5 – 8.5
Conductividad Eléctrica a25,0°C	2510.B <sup>1</sup>	1 a 100 000.00	159.8	µS.cm <sup>-1</sup>	Sin referencia
Sólidos Totales Disueltos	1030.E <sup>1</sup>		124.08	mg.Γ <sup>-1</sup>	1,000
Color Verdadero	2120.B <sup>1</sup>	5.0 - 100.0	<5.0	mg.Γ <sup>-1</sup> Pt.Co	15
Sodio	3500-Ca.B <sup>1</sup>	0.15	9.65	mg.Γ <sup>-1</sup>	200
Potasio	3500-Mg.B <sup>1</sup>	0.17	2.7	mg.Γ <sup>-1</sup>	10
Magnesio	3500-Na.B <sup>1</sup>	0.09	5.05	mg.Γ <sup>-1</sup>	50
Calcio	3500-K.B <sup>1</sup>	0.07	16.67	mg.Γ <sup>-1</sup>	Sin referencia
Cloruro	4110.B <sup>1</sup>	0.25	3.21	mg.Γ <sup>-1</sup>	250
Nitrato	4110.B <sup>1</sup>	0.25	3.32	mg.Γ <sup>-1</sup>	50
Sulfato	4110.B <sup>1</sup>	0.25	1.3	mg.Γ <sup>-1</sup>	250

Carbonato	2320. B <sup>1</sup>	2	<2.00	mg.Γ <sup>1</sup>	Sin referencia
Bicarbonato	2320.B <sup>1</sup>	0.75	89.09	mg.Γ <sup>1</sup>	Sin referencia
Dureza Total Como CaCO <sub>3</sub>	2340.C <sup>1</sup>	0.11	62.37	mg.Γ <sup>1</sup>	Sin referencia
Alcalinidad total como CaCO <sub>3</sub>	2320.B <sup>1</sup>	0.62	73	mg.Γ <sup>1</sup>	Sin referencia
Alcalinidad a la Fenolftaleína	2320.B <sup>1</sup>	1.67	<1.67	mg.Γ <sup>1</sup>	Sin referencia
Sílice reactivo disuelto	4500- SiO <sub>2</sub> -C <sup>1</sup>	0.15	80.53	mg.Γ <sup>1</sup>	Sin referencia
Nitrato	4500- NO <sub>2</sub> -B <sup>1</sup>	0.007	<0.007	mg.Γ <sup>1</sup>	0.10 – 3.0
Hierro Total	3500- Fe. B <sup>1</sup>	0.01	0.82	mg.Γ <sup>1</sup>	0.3
Fluoruro	4110. B <sup>1</sup>	0.025	<0.25	mg.Γ <sup>1</sup>	0.7 – 1.5
Amonio	4500- NH <sub>2</sub> -F	0.006	0.036	mg.Γ <sup>1</sup>	0.5
Balance Iónico de la Muestra	1030. E <sup>1</sup>		312	%	

Fuente: Resultados de análisis de agua CIRA-UNAN.

En el caso de los análisis físicos químicos, se observan que los valores de turbidez y el hierro total se encuentran fuera de los valores máximos admisibles según las normas CAPRE.

Estos resultados pueden estar alterados debido a que no realizaron al pozo las pruebas de limpieza y desarrollo correspondientes antes de efectuar la recolección de la muestra, situación que puede generar que los resultados se encuentren alterados.

### **1.18 Estudios topográficos**

Se realizó un levantamiento topográfico, en el cual se utilizó una estación total con su respectivo bastón prisma, brújula y una cinta métrica para medir la altura de la estación, se levantó la línea de conducción, el sitio propuesto para el tanque de almacenamiento, viviendas del proyecto y red de distribución encontrando lo siguiente:

La línea de conducción tiene una longitud de 1,860 m, con tubería de diámetro 2" con SDR 17, La longitud total de la red de distribución es de 19,226.95 m, con tubería quedaría con diámetros desde las 2" a 1", con tuberías de PVC – SDR26.

### **1.19 Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural**

#### **1.19.1 Proyección de la población y consumos**

De acuerdo a la proyección de la población, la demanda de agua será de 1.15 l/s, para el año 20, caudal que corresponde al consumo de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de las comunidades El Zacatón, Arenillas y Agua fría ya que el caudal de la fuente es de 2.52 l/s mayor que los 1.15 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas.

Por medio del método de progresión geométrica se estimó que dentro de 20 años existirán un total de 908 habitantes en condiciones normales de crecimiento. Se estableció una tasa de crecimiento poblacional anual del 2.5% dado a que la tasa de crecimiento poblacional en el Municipio de La Concordia es de 0.1% según el INIDE. (Inide, 2007)

#### **1.19.2 Dotación**

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará una dotación de 50 a 60 lppd.

Para este caso en específico seleccionaremos una dotación de 60 lppd utilizando el máximo criterio. Adicionalmente se considera el consumo público o institucional, correspondiente a las instalaciones de este tipo existente en la comunidad.

Tabla 12 Datos para proyección de población y consumo

<b>Datos para proyección de población y consumos</b>	
1.-	Tasa de crecimiento=2.50%
2.-	Dotación=60 lppd
3.-	Población comunidades=554 habitantes
4.-	Perdidas técnicas=20%
5.-	CPD=CD+CPI
6.-	CMD=1.5*CPD+hf
7.-	CMH=2.5*CPD+hf
8.-	Vol. Almacenamiento=35% CPD
9.-	Periodo de diseño= 20 años

Fuente: Elaboración propia



Tabla 13 Consumo Promedio Diario (C.P.D)

Año	Población	Dotación	Consumo Promedio Diario (CPD)			
			CD (l/día)	7%*CD CPI (l/día)	CPD (l/día)	CPD*20% Perdidas (l/día)
0	554	60	33240	2327	35567	7113
1	568	60	34071	2385	36456	7291
2	582	60	34923	2445	37367	7473
3	597	60	35796	2506	38302	7660
4	612	60	36691	2568	39259	7852
5	627	60	37608	2633	40241	8048
6	642	60	38548	2698	41247	8249
7	659	60	39512	2766	42278	8456
8	675	60	40500	2835	43335	8667
9	692	60	41512	2906	44418	8884
10	709	60	42550	2979	45529	9106
11	727	60	43614	3053	46667	9333
12	745	60	44704	3129	47833	9567
13	764	60	45822	3208	49029	9806
14	783	60	46967	3288	50255	10051
15	802	60	48141	3370	51511	10302
16	822	60	49345	3454	52799	10560
17	843	60	50579	3541	54119	10824
18	864	60	51843	3629	55472	11094
19	886	60	53139	3720	56859	11372
20	908	60	54468	3813	58280	11656

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Consumo Máximo Día (C.M.D)

Año	Población	Consumo Máximo Día (CMD)			
		l/día	GPM	m <sup>3</sup> /día	LPS
0	554	60464	11.10	60.46	0.70
1	568	61975	11.37	61.98	0.72
2	582	63525	11.66	63.52	0.73
3	597	65113	11.95	65.11	0.75
4	612	66740	12.25	66.74	0.77
5	627	68409	12.55	68.41	0.79
6	642	70119	12.87	70.12	0.81
7	659	71872	13.19	71.87	0.83
8	675	73669	13.52	73.67	0.85
9	692	75511	13.86	75.51	0.87
10	709	77398	14.20	77.40	0.90
11	727	79333	14.56	79.33	0.92
12	745	81317	14.92	81.32	0.94
13	764	83350	15.29	83.35	0.96
14	783	85433	15.68	85.43	0.99
15	802	87569	16.07	87.57	1.01
16	822	89758	16.47	89.76	1.04
17	843	92002	16.88	92.00	1.06
18	864	94303	17.30	94.30	1.09
19	886	96660	17.74	96.66	1.12
20	908	99077	18.18	99.08	1.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Consumo Máximo Hora (C.M.H) y almacenamiento

Año	Población	Consumo Máximo Hora (CMH)				Almacenamiento	
		l/día	GPM	m <sup>3</sup> /día	LPS	Litros	m <sup>3</sup>
0	554	96030.36	17.62	96.03	1.11	12448.38	12.45
1	568	98431.12	18.06	98.43	1.14	12759.59	12.76
2	582	100891.90	18.51	100.89	1.17	13078.58	13.08
3	597	103414.19	18.98	103.41	1.20	13405.54	13.41
4	612	105999.55	19.45	106.00	1.23	13740.68	13.74
5	627	108649.54	19.94	108.65	1.26	14084.20	14.08
6	642	111365.78	20.44	111.37	1.29	14436.30	14.44
7	659	114149.92	20.95	114.15	1.32	14797.21	14.80
8	675	117003.67	21.47	117.00	1.35	15167.14	15.17
9	692	119928.76	22.01	119.93	1.39	15546.32	15.55
10	709	122926.98	22.56	122.93	1.42	15934.98	15.93
11	727	126000.15	23.12	126.00	1.46	16333.35	16.33
12	745	129150.16	23.70	129.15	1.49	16741.69	16.74
13	764	132378.91	24.29	132.38	1.53	17160.23	17.16
14	783	135688.38	24.90	135.69	1.57	17589.24	17.59
15	802	139080.59	25.52	139.08	1.61	18028.97	18.03
16	822	142557.61	26.16	142.56	1.65	18479.69	18.48
17	843	146121.55	26.81	146.12	1.69	18941.68	18.94
18	864	149774.59	27.48	149.77	1.73	19415.22	19.42
19	886	153518.95	28.17	153.52	1.78	19900.60	19.90
20	908	157356.93	28.87	157.36	1.82	20398.12	20.40

Fuente: Elaboración propia

### 1.19.3 Obra de captación

La obra de captación está ubicada en la comunidad El Zacatón, cuya elevación es de 1351.31 msnm, estará conformado por un pozo perforado, con una profundidad de 243.7 pies, caseta de control de bloque de 3m x 3m, para un área de 9 m<sup>2</sup>, donde se instalarán los controles eléctricos, una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 2”.

El pozo deberá equiparse con una bomba sumergible con una potencia de 5 HP, que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento de 20,398.12 litros a una distancia de 1,860m y vencer una carga total dinámica de 614.6pies (C.T.D).

Se observa que el caudal de Consumo Máximo Día al final del periodo de diseño es de 1.15 l/s este caudal es el que se utiliza para diseñar la línea de impulsión y el cálculo de la bomba.

Para la selección de los diámetros de tubería, se calcula por medio del método de Bresse, detallado a continuación.

$$\emptyset = 1.3 * X^{1/4} * \sqrt{Q}$$

Donde:

∅: Diámetro de tubería de descarga (m)

X: # de horas de bombeo por día / 24 horas

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

$$\emptyset = 1.3 * \left(\frac{16}{24}\right)^{1/4} * \sqrt{0.00115}$$

∅ Descarga calculado=0.0398m ≈ 1.6”

∅ Descarga comercial=0.0508m ≈ 2”

A continuación, se procederá a calcular la velocidad media del flujo en la tubería, escogiendo para el cálculo diámetros comerciales, se utiliza la ecuación de continuidad.

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

V: Velocidad media del fluido a través de la tubería, en m/s.

D: Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería, en metros.

Q: Caudal de bombeo igual al de diseño, en l/s.

$$V = \frac{4 * 0.00115}{\pi * 0.0508^2}$$

$V_{\text{Descarga}} = 0.57 \text{ m/s}$

#### 1.19.4 Diseño de la bomba

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$H_f = 10.548 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * LE * D^{-4.87}$$

$h_f$ = Pérdidas por fricción (m)

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

LE= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Tabla 16 Datos para la selección de la bomba y longitudes equivalentes

Datos para diseño de bomba			
Q=	Caudal de diseño	0.00115 m <sup>3</sup> /s	
C=	Coeficiente de Hazen Williams	PVC=150, Ho.Go.=100	
D=	Diámetro	0.0508m	
γ=	peso específico del agua	9810 N/m <sup>3</sup>	
ε <sub>B</sub> =	Eficiencia de la bomba	75%	
FM	Factor de mayoración	1.15	
hp	Profundidad de ubicación de la bomba en el pozo	60	
Z=	Diferencia de nivel entre el tanque y el pozo	111.69	
Lr=	Altura de rebose del tanque	1.68	
Ld=	Longitud de descarga	1860m	
Longitudes equivalentes en accesorios			
Vc=	Válvula de compuerta Diam=2"	Leq=	0.4 m (1)
Vr=	Válvula de retención Diam=2"	Leq=	14 m (1)
Mm=	Medidor maestro Diam=2"	Leq=	10 m (1)
Cr=	Cruz Diam=2"	Leq=	1.8 m (1)
C=	Codo de 90° Diam=2"	Leq=	5.5 m (1)
C=	Codo de 45° Diam=2"	Leq=	0.80 m (1)
Ud=	Unión dresser Diam=2"	Leq=	0.5 m (2)
Pe=	Perdidas por entrada Diam=2"	Leq=	1.5 m
Ps=	Perdidas por salida Diam=2"	Leq=	1.5 m

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la carga total dinámica (CTD) se realizó con las pérdidas en la descarga, la diferencia de nivel entre la bomba y el tanque de almacenamiento.

$$CTD = Z + hf + hr + hp \rightarrow CTD = 111.69 + 13.96 + 1.68 + 60 \text{ m} \rightarrow CTD = 187.3\text{m}$$

$$CTD = 614.6 \text{ pies.}$$

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * C.T.D * Q}{0.736 * 1000 * EB} * FM$$

$$NB = \frac{9810 * 187.3 * 0.00115}{0.736 * 1000 * 0.75} * 1.15$$

$$NB = 4.40 \text{ HP} \approx 5\text{HP}$$

### 1.19.5 Golpe de ariete

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi:

$$H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * e}}}$$

Tabla 17 Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados

Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados		
V=	Velocidad m/s	0.6m/s
Ea=	Módulo de elasticidad del agua	20670kg/cm <sup>2</sup>
Em=	Módulo de elasticidad de la tubería	19672.59kg/cm <sup>2</sup>
D=	Diámetro de la tubería	5.08 cm
E=	Espesor de la pared de la tubería	0.35 cm
Resultados		
H=	Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete	21.58m
Pmax=	Presión Máxima	133.27

Fuente: Elaboración propia

$$H = \frac{145 * 0.6}{\sqrt{1 + \frac{20,670 * 5.08}{19,672.59 * 0.35}}} = 21.58 \text{ m}$$

### 1.19.6 Cálculo de la presión máxima

Pmax = Presión residual mínima + sobrepresión. Pmax < Ptubería

1 lb/plg<sup>2</sup> = 2.307 (Okun, 1954) pies

El tubo SDR (Durman, 2015)- 17 soporta 250lbs/plg<sup>2</sup>

Ptubería = (250lbs/ plg<sup>2</sup> \* 2.307 pies/lbs/plg<sup>2</sup> \* 0.3048 m/pies) = 175.79 m

Pmax= (1463m –1351.31m) + 21.58 m = **133.27m <175.79m OK**

### 1.19.7 Línea de conducción

Para el análisis de la línea de conducción por bombeo se consideró un período de diseño de 20 años de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99), y un caudal de 1.15 l/s que corresponde al CMD de acuerdo a la proyección de población y consumo. Tiene una longitud de 1,860 metros.

En los planos de las líneas de conducción se muestra el diseño de la línea de conducción del MABE propuesto el cual se realizó bajo la condición de consumo máximo día.

Tabla 18 Tubería de línea de conducción

Tubo PVC SDR-17	Longitud. (m)	Número de tubos
2"	1,860	310

Fuente: Elaboración propia

### 1.19.8 Almacenamiento

La capacidad del tanque deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

Volumen compensador, se estimará en 15% del CPD.

Volumen de reserva, se estimará igual al 20% del CPD.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD.

El tanque de almacenamiento se proyectó para el final del período de diseño el cual es de 20 años con una capacidad de 20.58 m<sup>3</sup>, que corresponde al 35% del Consumo Promedio Diario (CPD). Este volumen es suficiente para cubrir la demanda de agua de la población en caso de falla por reparación en la línea de conducción o mantenimiento en el área de la estación de bombeo.

El tanque de almacenamiento propuesto es cuadrado de concreto armado con dimensiones 3.5m x 3.5m x 2m, este se dotará de todos los elementos necesarios para su buen funcionamiento y mantenimiento. (Válvulas de limpieza, tubería de rebose, tubería de limpieza, etc.)



### 1.19.9 Tratamiento químico del agua (desinfección)

La desinfección del agua para eliminar la contaminación bacteriológica se realizará mediante cloro en pastillas (CTI-8), el cual es de fácil manejo, poco riesgo técnico-económico y de un reducido costo para la operación y el mantenimiento.

El CTI 8 es de bajo costo, de mantenimiento mínimo y no usa electricidad. El aparato suministra una dosis de cloro constante, lo cual elimina parásitos y bacterias eliminando enfermedades como el cólera y la hepatitis.

La solución de cloro debe ser la suficiente para garantizar un cloro residual de al menos 0.20 – 0.50 mg/litro en la toma más distante de la red de distribución, después de un tiempo de contacto de 10 minutos.

Para cumplir con los objetivos planteados desde el punto de vista de salud pública nos obligan a usar la cloración en la dosis necesaria para que al momento de muestrear nos arroje resultados establecidos en las normas de INAA (NTON 09-003-99).

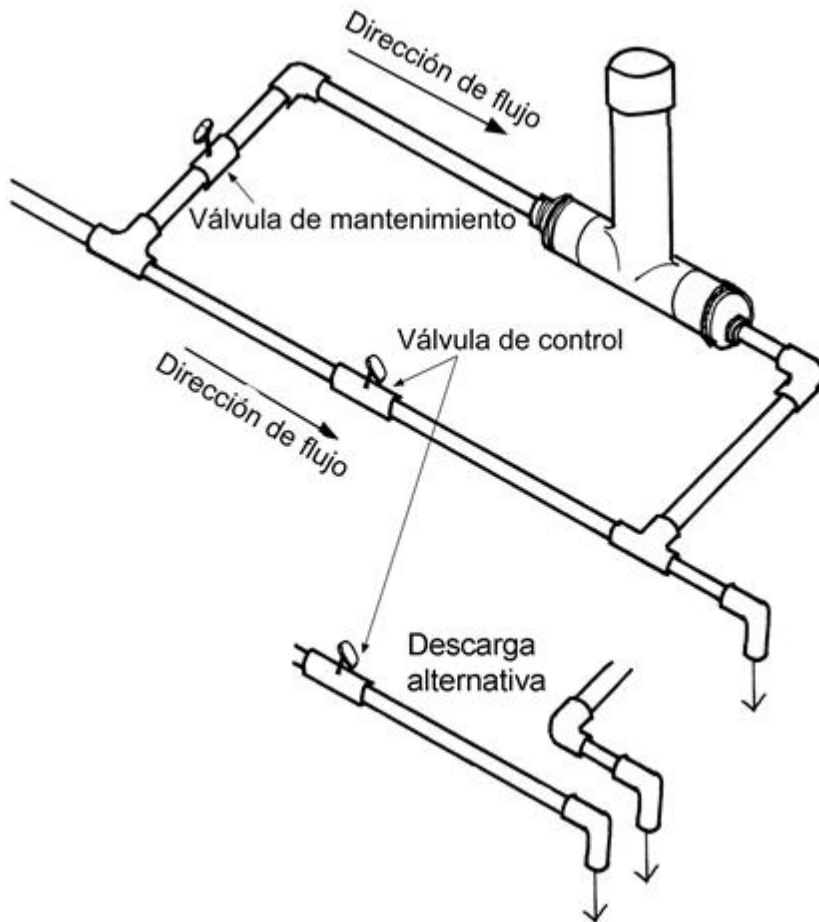
Las partes que integran un clorador CTI – 8, por medio de tabletas son las siguientes:

Tabla 19 Materiales para fabricar el clorador CTI - 8

Artículo	Cantidad
Tee PVC de 4"*4"	1
Tubo PVC de 4"	21"
Coples PVC de 4"	2
Tapa PVC de 4"	1
Tubo PVC de 3"	17"
Tabla PVC de 1/4"	1,3 pie cuadrado
Pegamento PVC4"	Lata pequeña
Tornillos para metal de acero inoxidable, #4*1/2	11

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI – 8

Gráfico 12 Esquema de un clorador CTI - 8



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI – 8

Para calcular la cantidad necesaria, se utiliza la formula siguiente: Con un flujo de 5 galones por minuto, y la demanda de cloro es 1mg/l litro.

A continuación se presenta la cantidad de tabletas de cloro de 140 gramos a usarse en todo el período de diseño:

Tabla 20 Consumo de cloro

1 Tableta	140	grs	igual	140000	mgs
Año	CPD (l/día)	Pastillas por día	Pastillas por semana	Pastillas por mes	Pastillas por año
0	35567	0.25	1.78	7.62	92.73
1	36456	0.26	1.82	7.81	95.05
2	37367	0.27	1.87	8.01	97.42
3	38302	0.27	1.92	8.21	99.86
4	39259	0.28	1.96	8.41	102.35
5	40241	0.29	2.01	8.62	104.91
6	41247	0.29	2.06	8.84	107.54
7	42278	0.30	2.11	9.06	110.22
8	43335	0.31	2.17	9.29	112.98
9	44418	0.32	2.22	9.52	115.80
10	45529	0.33	2.28	9.76	118.70
11	46667	0.33	2.33	10.00	121.67
12	47833	0.34	2.39	10.25	124.71
13	49029	0.35	2.45	10.51	127.83
14	50255	0.36	2.51	10.77	131.02
15	51511	0.37	2.58	11.04	134.30
16	52799	0.38	2.64	11.31	137.65
17	54119	0.39	2.71	11.60	141.10
18	55472	0.40	2.77	11.89	144.62
19	56859	0.41	2.84	12.18	148.24
20	58280	0.42	2.91	12.49	151.95

Fuente: Elaboración propia

#### 1.19.10 Red de distribución

En la red de distribución propuesta el agua es suministrada por gravedad a través del tanque de almacenamiento, el cual es alimentado directamente desde un pozo perforado, mediante la línea de impulsión anteriormente descrita.

Para el análisis de la red de distribución se utilizó el método iterativo de Hazen-Williams, se hizo uso del simulador por computadora EPANET para analizar el comportamiento estático (Sin Consumo) y dinámico (Con Consumo Máxima Hora en la Red) del sistema, con todas las conexiones domiciliarias instaladas.

Tabla 21 Cruces aéreos de tubería galvanizada H.G

Cruces aéreos de tubería galvanizada H.G			
Ramal	Estación	Longitud	Diámetro
Ramal 1.3	1+016	11.5	1
Ramal 1.3.2	0+720	9.90	1
Ramal 1.3.2	0+223.63	7.5	1
Ramal 1.4.1.2	0+400	5.20	1
Ramal P2-C4	4+160	9.90	1 1/2
Ramal P2-C5	4+940	18.22	1 1/2
Ramal P2-C5	4+800	11.35	1 1/2
Ramal 2.2	0+252.51	11.36	1
Ramal 2.2.2	0+083.01	8.87	1
Ramal P2	0+780	17	1
Ramal 2.5	0+465	15.26	1
Ramal 2.7	1+683	9.05	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Tubería PVC red de distribución

Tubo PVC SDR 26	Longitud (m)	Nº de tubos
2	667	111
1 1/2	4772	795
1	13652	2275

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Caudales en la red de distribución

Caudales en la red de distribución			
Nombre de la Red	Nº viviendas de	Nodos Concentrados por tramo de red	Caudal correspondiente a nodos concentrados (lps)
Ramal 1	19	1	0.212
Ramal 1.1	2	1	0.022
Ramal 1.2	4	1	0.045
Ramal 1.3	14	1	0.156
Ramal 1.3.1	3	1	0.033
Ramal 1.3.2	15	1	0.167
Ramal 1.4	3	1	0.033
Ramal 1.4.1	5	1	0.056
Ramal 1.4.1.1	4	1	0.045
Ramal 1.4.1.2	2	1	0.022
Ramal 1.4.2	7	1	0.078

<b>Caudales en la red de distribución</b>			
<b>Nombre de la Red</b>	<b>N° de viviendas</b>	<b>Nodos Concentrados por tramo de red</b>	<b>Caudal correspondiente a nodos concentrados (lps)</b>
Ramal 2	36	1	0.402
Ramal 2.1	5	1	0.056
Ramal 2.2	0	1	0
Ramal 2.2.1	4	1	0.045
Ramal 2.2.2	6	1	0.067
Ramal 2.3	2	1	0.022
Ramal 2.3.1	2	1	0.022
Ramal 2.3.2	3	1	0.033
Ramal 2.3.3	1	1	0.011
Ramal 2.3.4	2	1	0.022
Ramal 2.4	2	1	0.022
Ramal 2.5	4	1	0.045
Ramal 2.6	8	1	0.089
Ramal 2.7	10	1	0.112
<b>TOTAL</b>	<b>163</b>	<b>22</b>	<b>1.82</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **1.19.10.1 Pilas rompe carga en la red de distribución**

Se construirán siete pilas rompe carga en las siguientes ubicaciones:

Tabla 24 Pilas Rompe Carga (PRC) en la red de distribución.

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ramal</b>	<b>Estación</b>
01	Pila Rompe Carga No. 01	P2-C2	3+076
02	Pila Rompe Carga No. 02	P2-C3	3+350
03	Pila Rompe Carga No. 03	2.2	0+100
04	Pila Rompe Carga No. 04	2.2	0+380
05	Pila Rompe Carga No. 05	2.3	0+053
06	Pila Rompe Carga No. 06	2	0+870
07	Pila Rompe Carga No. 07	2.7	1+340

Fuente: Elaboración propia

#### **1.19.11 Nivel de servicio**

El suministro de agua potable del proyecto será por medio de conexiones domiciliarias, tomando en cuenta viviendas, iglesias, escuelas, estación de

policías, casa comunal y casa de profesores, totalizan 163 conexiones con sus respectivos medidores y cajas de protección. Con lo cual se garantiza una cobertura del 100% en las tres comunidades. Las conexiones distribuidas en las comunidades El Zacatón, Arenillas y Agua Fría quedan de la siguiente manera:

Tabla 25 Distribución de conexiones para el sistema de Agua potable El Zacatón

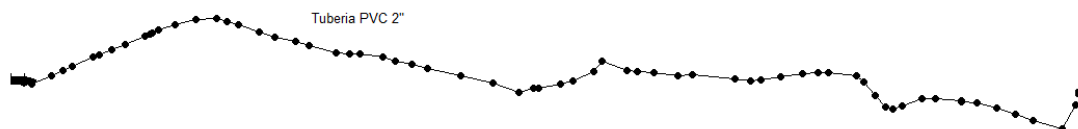
El Zacatón		Arenillas		Agua fría	
Viviendas=	86	Viviendas=	23	Viviendas=	35
Iglesias=	1	Iglesias=	1	Iglesias=	1
Escuelas=	1	Escuelas=	1	Escuelas=	1
Estación policía=	1	Estación policía=	0	Estación policía=	0
Casa comunal=	1	Casa comunal=	0	Casa comunal=	0
Casa profesores=	1	Casa profesores=	0	Casa profesores=	0
Terrenos sin vivienda=	10	Terrenos sin vivienda=	0	Terrenos sin vivienda=	0
Total=	101	Viviendas=	25	Viviendas=	37

Fuente: Elaboración propia

### 1.20 Diseño en EPANET

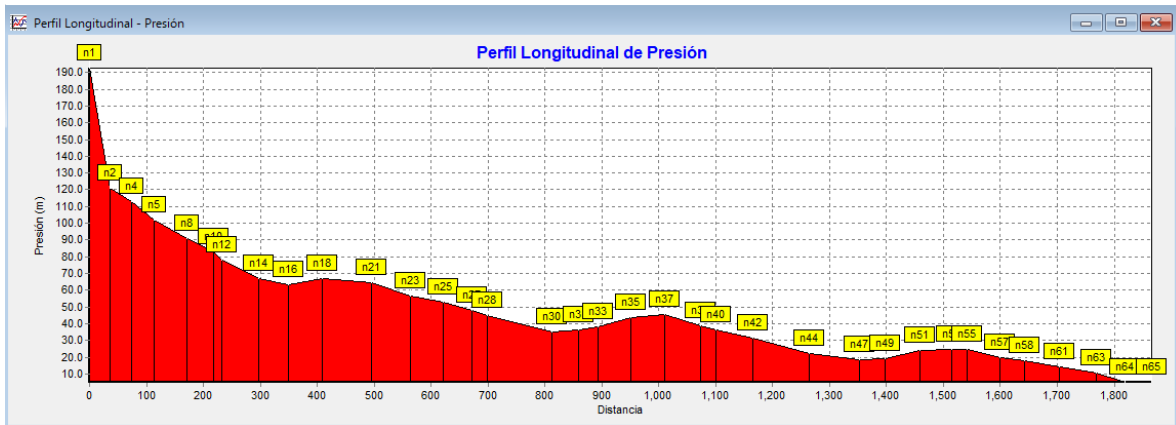
Para el diseño de EPANET se montó un sistema basado en el levantamiento topográfico en donde se evalúan todos los puntos y los de mayor interés en el proyecto.

Gráfico 13 Línea de conducción



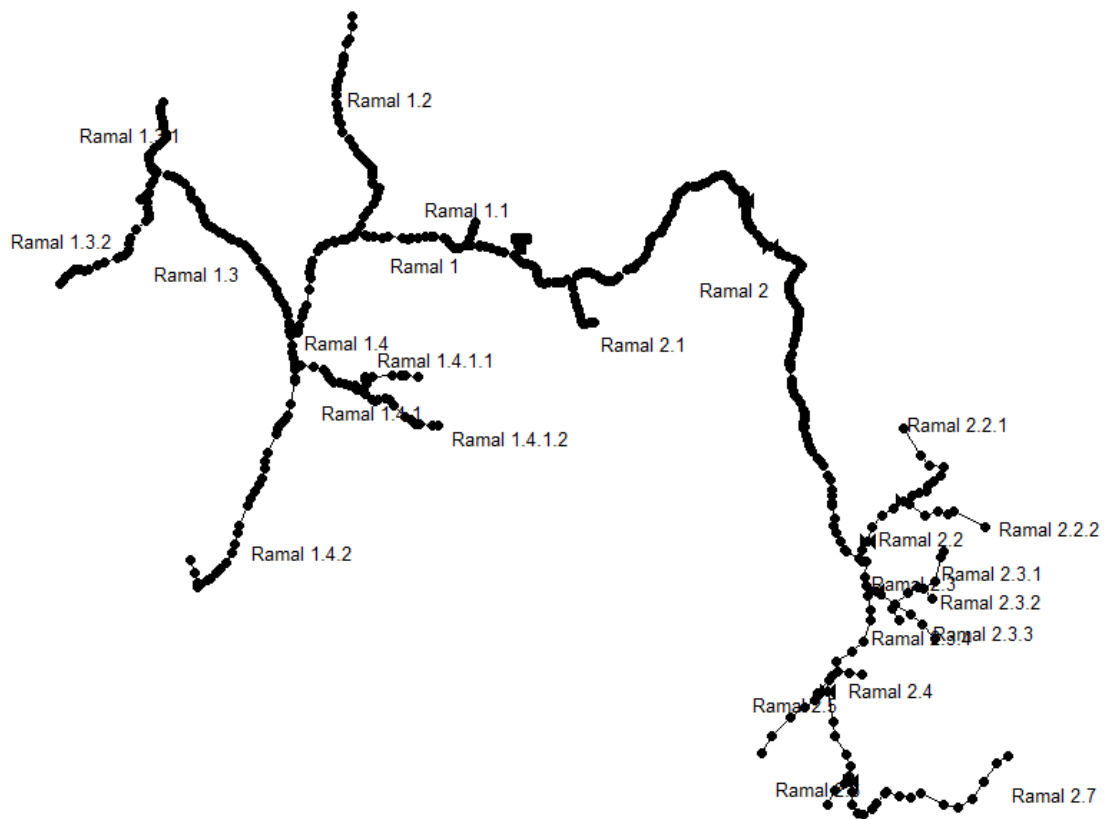
Fuente: Análisis de EPANET

Gráfico 14 Presión en línea de conducción



Fuente: Análisis de EPANET

Gráfico 15 Red de distribución



Fuente: Análisis de EPANET

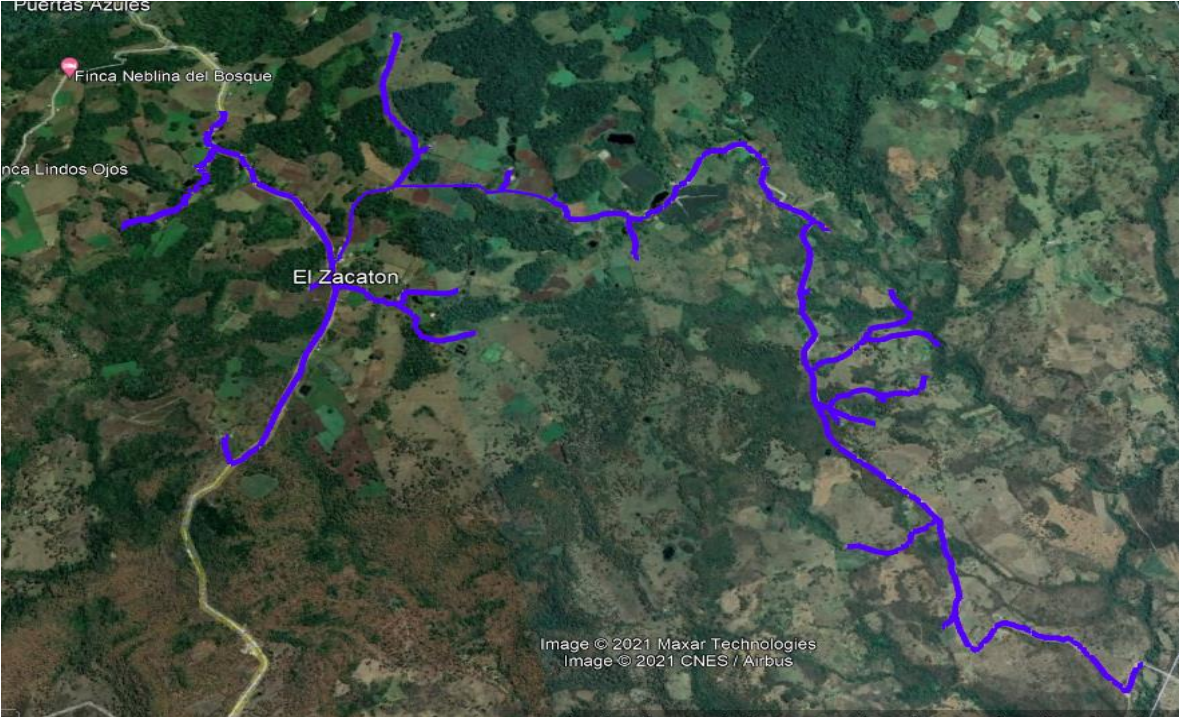


Grafico 16 Línea de conducción



Fuente: Google earth

Grafico 17 Red de distribución



Fuente: Google earth



## 1.21 Costo y presupuesto

No°	ACTIVIDADES				
ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1.0</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
	ROTULO ALUSIVO AL PROYECTO, TIPO FISE.	C/U	1	14260	C\$ 14,260.00
<b>2.0</b>	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>	ML			
2.1	TRAZO DE EJE DE LA TUBERIA DE AGUA Y AREAS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO, CASSETAS.	ML	14156.15	23	C\$ 325,591.45
<b>3</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				C\$ 28,370.00
<b>4</b>	<b>LINEA DE IMPULSION</b>				C\$ 28,370.50
4.1	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U			C\$ 28,014.00
<b>5.0</b>	<b>INSTALACION DE TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO.</b>	<b>ML</b>	<b>1860</b>	<b>23</b>	<b>C\$ 42,780.00</b>
<b>6.0</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>	C/U			C\$ 41,745.00
<b>7.0</b>	<b>BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS</b>	C/U	8	460	C\$ 3,680.00
<b>8.0</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCION.</b>				
8.1	PRUEBA HIDROSTATICA.				C\$ 164,082.00
<b>9.0</b>	<b>INSTALACIÓN TUBERIA DE 1" DE DIAMETRO.</b>		<b>13652</b>	<b>17.25</b>	<b>C\$ 235,497.00</b>
<b>10.0</b>	<b>INSTALACIÓN TUBERIA DE 1 ½" DE DIAMETRO.</b>		<b>4772</b>	<b>20.7</b>	<b>C\$ 98,780.40</b>
<b>11.0</b>	<b>INSTALACIÓN TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO.</b>		667	23	C\$ 15,341.00
<b>12.0</b>	<b>BLOQUES DE REACCION</b>				
12.1	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6".	C/U	20	460	C\$ 9,200.00
<b>13.0</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS.</b>				
13.1	VALVULAS DE AIRE Y VACIO				C\$ 43,815.00

13.2	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6".	C/U	10	460	C\$	4,600.00
<b>14.0</b>	<b>VALVULAS DE LIMPIEZA</b>				C\$	20,435.50
14.1	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6". SEGÚN DETALLE EN PLANOS	C/U	14	460	C\$	6,440.00
<b>15.0</b>	<b>VALVULAS DE SECTORIZACION</b>				C\$	85,215.00
<b>16.0</b>	<b>CRUCE AEREO.</b>				C\$	86,821.55
<b>17.0</b>	<b>PILAS ROMPE PRESION.</b>				C\$	70,229.98
17.1	TUBERIA, VALVULAS Y ACCESORIOS				C\$	47,840.00
17.2	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6".	C/U	6	460	C\$	2,760.00
<b>18.0</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO CONCRETO REFORZADO</b>				C\$	563,882.84
18.1	VALVULAS Y ACCESORIOS.				C\$	48,081.50
18.2	CERCA PERIMETRAL DE POSTES DE CONCRETO PRE FABRICADO Y ALAMBRE DE PUAS CALIBRE No 13, INCL. DADOS DE CONCRETO EN LOS POSTES, GRAPAS Y PORTON.	ML	80	609.5	C\$	48,760.00
<b>19.0</b>	<b>CASETA DE CONTROLES DE BOMBA</b>				C\$	218,778.76
<b>20.0</b>	<b>ELECTRICIDAD</b>				C\$	20,210.48
<b>21.0</b>	<b>CERCA PERIMETRAL</b>				C\$	161,000.00
<b>22.0</b>	<b>SARTA Y EQUIPO DE BOMBEO</b>				C\$	170,128.70
<b>23.0</b>	<b>BOMBA Y MOTOR DE 5HP Y CAJA DE ARRANQUE MARCA FRANKLIN ELECTRIC</b>	GBL	3	140000	C\$	420,000.00

23.1	PANEL PRINCIPAL PARA BOMBA, CON TODAS SUS PROTECCIONES, 5 HP, BOTONERA, START , STOP, LUZ INDICADORA DE ENERGIA, PROTECTOR DE VLTAJE, BOBINA CONTADORA, RELE TERMICO GURADA NIVEL, AUTOMATO PRINCIPAL, 230V.	GBL	1	60145	C\$	60,145.00
	CABLE 3x6	ML	66	575	C\$	37,950.00
	CABLE 3X14	ML	66	368	C\$	24,288.00
	ELECTRODOS	C/U	2	2242.5	C\$	4,485.00
<b>24.0</b>	<b>EQUIPO DE CLORINACION</b>					
	CTI-8	C/U	1	10373	C\$	10,373.00
<b>25.0</b>	<b>MEDIANA TENSION</b>				C\$	626,738.50
<b>26.0</b>	<b>CONEXIONES.</b>	<b>C/U</b>			<b>C\$</b>	<b>646,759.55</b>
	CONEXIONES INTRADOMICILIARES.	C/U				
<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>					<b>C\$</b>	<b>4465,449.71</b>
COSTOS INDIRECTOS			4%		C\$	178,617.99
IMPREVISTOS			4%		C\$	178,617.99
UTILIDADES			4%		C\$	178,617.99
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>C\$</b>	<b>5001,303.67</b>
IVA			15%		C\$	750,195.55
IM			1%		C\$	50,013.04
<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>					<b>C\$</b>	<b>5801,512.26</b>

Fuente: Elaboración propia

## **Conclusiones**

1. El estudio socioeconómico, refleja las condiciones de vida de la población de las comunidades El Zacatón, Arenillas y Agua fría.
2. La fuente propuesta es un pozo perforado, suministra agua suficiente y apta para consumo humano.
3. El análisis topográfico muestra una línea de conducción de 1860 m, la red de distribución muestra una longitud de 19,226.95 m.
4. Se diseñaron los componentes del sistema para un periodo de 20 años, tomando como base datos del estudio socioeconómico, tasa de crecimiento, dotación, entre otros. Los cálculos hidráulicos reflejan que el proyecto abastece al 100% de las comunidades antes mencionadas.
5. Se realizó el análisis mediante el software EPANET, se analizó la línea de conducción con tubería de 2" y red de distribución donde se usarán tuberías de 2" hasta 1". En algunos tramos de la red se encontraron velocidades inferiores a las permisibles, en este caso se utilizará válvulas de aire y vacío en las partes más altas y en las partes más bajas de la red utilizará válvulas de limpieza, en tramos donde las presiones son altas se construirán pilas rompe presión.
6. El costo y presupuesto refleja los costos de materiales por etapa para la ejecución del sistema de agua potable en la comunidad El Zacatón.

## **Recomendaciones**

1. Obtener los documentos de legalidad de los terrenos seleccionados para la construcción del tanque de almacenamiento y captación de la fuente subterránea; así como servidumbre de pase.
2. Impulsar campañas de reforestación en el área de captación (micro cuenca) a fin de garantizar el abastecimiento de la población durante el período de diseño.
3. Realizar labores de limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento cada seis meses.
4. Conformar comité de agua y saneamiento para dar seguimiento al proyecto

durante su ejecución y funcionamiento.

5. El Consejo de **CAPS** conformado, debe siempre asegurar el local adecuado para la realización de los talleres de capacitación.
6. Gestionar apoyo institucional con la finalidad de fortalecer el funcionamiento de los CAPS para garantizar una capacitación continua de sus miembros en la parte administrativa, operación y mantenimiento del sistema.
7. Extraer muestras de agua para realizar pruebas bacteriológicas y físico químicas para determinar la calidad, la cual deberá estar de acuerdo a las normas de calidad del agua editadas por **CAPRE** (comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana).
8. Eliminar los focos de contaminación en un radio mínimo de 30 metros de la fuente de agua.

## **Bibliografía**

AMLC, W. F. (2019). Datos FLOW 2019. Análisis de activo 2019 Punto de Agua 2019 (Disponible en Alcaldía Municipal de La Concordia y Water For People).

Basan, M. (2008). Aforadores de corrientes de agua. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_curso\\_aforadores\\_de\\_agua.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_curso_aforadores_de_agua.pdf)

Corasco. (2008). Manual para revision de estudios topograficos. Obtenido de [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-revision-estudios-](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-revision-estudios-topograficos.pdf)

[topograficos.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-revision-estudios-topograficos.pdf)

Durman. (2015). Tubería de PVC para conducción de agua potable. Obtenido de <https://www.durman.com/descargas/TuberiaSDR/fichas/FTtubosSDR.pdf>

FISE. (2007). Manual de administracion del ciclo del proyecto. Obtenido de <https://silo.tips/download/capitulo-ii-preinversion>

Fronteras, A. C. (Abril de 2005). Tecnologia para el desarrollo humano y acceso a los servicios basicos. Obtenido de

[https://www.academia.edu/41202958/Abastecimiento\\_de\\_Agua\\_y\\_Saneamiento\\_Tecnolog%C3%ADa\\_para\\_el\\_Desarrollo\\_Humano\\_y\\_acceso\\_a\\_los\\_servicios\\_b%C3%A1sicos](https://www.academia.edu/41202958/Abastecimiento_de_Agua_y_Saneamiento_Tecnolog%C3%ADa_para_el_Desarrollo_Humano_y_acceso_a_los_servicios_b%C3%A1sicos)

INAA. (1999). Norma tecnica obligatoria Nicaraguense para el abastecimiento de agua en la zona rural. Obtenido de

[https://www.academia.edu/40870684/Normas\\_Tecnicas\\_Sistema\\_de\\_agua\\_potable\\_Rurales\\_NTON\\_09001\\_99\\_NTON](https://www.academia.edu/40870684/Normas_Tecnicas_Sistema_de_agua_potable_Rurales_NTON_09001_99_NTON)

Inide. (2007). Estimaciones y proyecciones de poblacion Nacional, departamental y municipal. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE50I59.pdf>

INIDE, M. (2014). ENDESA 2011/12, Datos Basicos. Obtenido de [https://nicaragua.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/ENDESA-2011-12-](https://nicaragua.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/ENDESA-2011-12-completa.pdf)

[completa.pdf](https://nicaragua.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/ENDESA-2011-12-completa.pdf)

Manual de usuario EPANET. (Mayo de 2017). Obtenido de [https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual\\_esp](https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual_esp_v20012_ext.pdf)

[\\_v20012\\_ext.pdf](https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual_esp_v20012_ext.pdf)

Manual de usuario EPANET. (Mayo de 2017). Obtenido de [https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual\\_esp\\_v20012\\_ext.pdf](https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual_esp_v20012_ext.pdf)

NITLAPAN. (2009). Agua para todos.

Normativas para diseño de filtros OPS. (s.f.). Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Guia%20dise%C3%B1o%20filtraci%C3%B3n%20en%20m%C3%BAltiples%20etapas.pdf>

Okun, F. G. (1954). Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales tomo 1 Fair Geyer Okun. Obtenido de <https://www.hidrosm.com/2021/01/libro-abastecimiento-de-agua-y-remocion.html>

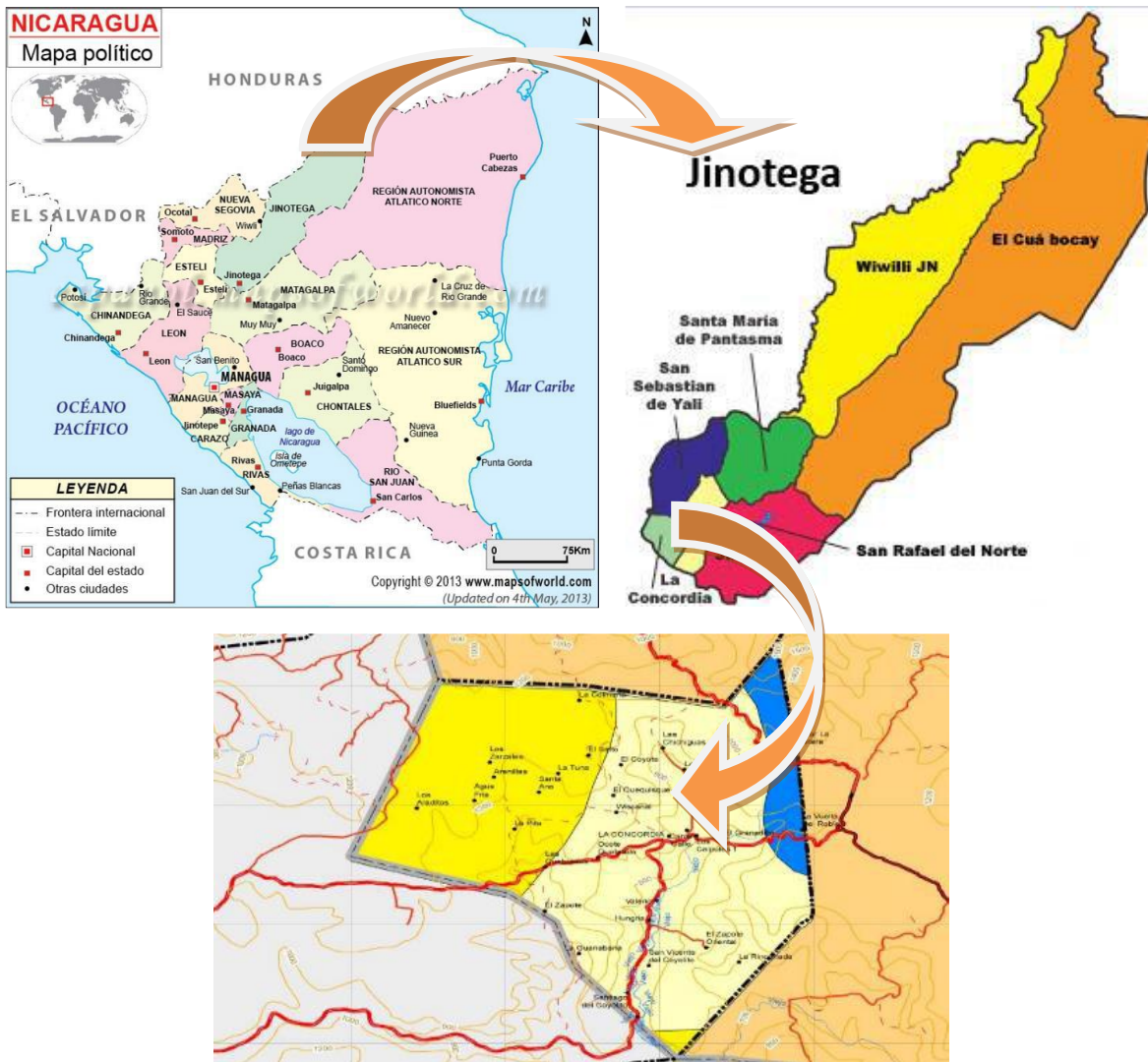
ONU. (Marzo de 2006). El agua una responsabilidad compartida. Obtenido de [http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Resumen\\_informe\\_agua.pdf](http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Resumen_informe_agua.pdf)

ONU. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>

UNICEF, A. (2003). Fortalecimiento Local para la Gestión Eficiente y Saludable de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Jinotega, Nicaragua. Obtenido de <https://archivo.ecodes.org/web/proyectos-del-mes/proyecto-fortalecimiento-gestion-eficiente-y-saludable-agua-potable-y-saneamiento-jinotega-nicaragua>

# Anexos

## Anexo 1 Ubicación geográfica



Mapa de Macro y Micro Localización del Municipio de La Concordia





2. Las paredes son: a) Bloque\_\_\_\_ b) Ladrillo\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
3. El piso es: a) Madera\_\_\_\_\_ b) Tierra\_\_\_\_\_ c) Ladrillo\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
4. El techo es: a) Zinc\_\_\_\_\_ b) Teja \_\_\_\_\_c) Madera\_\_\_\_ d) Palma\_\_\_\_\_ e)Otros\_\_\_\_\_
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_\_b) Dos\_\_\_\_\_ c) No tiene\_\_\_\_\_
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_\_b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

## II. Situación económica de la familia

1. Cuantas Personas del hogar trabajan?
2. Dentro de la Comunidad: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_
3. Fuera de la comunidad: H\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_
4. Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar?  
C\$\_\_\_\_\_
5. En que trabajan las personas del hogar?  
a) Ganadería\_\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_\_ c) Jornaleros\_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_ Cual?\_\_\_\_\_
6. Que cultivos realizan?  
a) Arroz\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_ c) Maíz\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
7. Tienen Ganado?  
Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuanto: a) Vacuno\_\_\_\_ b) Equino\_\_\_\_ c) Caprino\_\_\_\_\_
8. Tienen animales Domésticos?  
Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuantos: a) Cerdos\_\_\_\_\_ b) Gallinas\_\_\_\_\_
9. Los animales domésticos están?  
a) Encerrados\_\_\_\_ b) Amarrados\_\_\_\_ c) Suelos\_\_\_\_\_
10. Los animales domésticos se abastecen de agua en?  
a) El Río\_\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_\_\_ c) Pozo\_\_\_\_\_

### III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

1. Tienen Letrina?

Si\_\_\_\_\_ En qué estado se encuentra? a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_c)

Mala\_\_\_\_\_ (verificar) No\_\_\_\_\_

Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. Quienes usan la Letrina?

a) Adultos\_\_\_\_\_ b) Niños/as\_\_\_\_\_ c) Otros familiares\_\_\_\_\_

3. La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso\_\_\_\_\_ b) Arenoso\_\_\_\_\_ c) Arcilloso\_\_\_\_\_

4. Que hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan\_\_\_\_ b) La dejan correr\_\_\_\_\_ c) Tienen zanja de drenaje\_\_\_\_\_ d)

Tiene filtro para drenaje\_\_\_\_\_

5. Existen charcas en el patio?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_

6. Como eliminan las charcas?

a) Drenando \_\_\_\_\_ b) Aterrando\_\_\_\_\_ c) Otros\_\_\_\_\_

### IV. Recursos y servicios de agua

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si\_\_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ Como se abastecen:\_\_\_\_\_ c) Cuanto pagan de agua al mes?\_\_\_\_\_

2. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer\_\_\_\_\_ b) El hombre\_\_\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_ Quien?\_\_\_\_\_

3. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ?\_\_\_\_\_

4. En qué almacena el agua?

a) Barriles\_\_\_\_\_ b) Bidones\_\_\_\_\_ c) Pilas\_\_\_\_\_

5. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados\_\_\_\_\_ b) Destapados\_\_\_\_\_ c) Como\_\_\_\_\_ (verificar)

6. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

7. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor\_\_\_\_\_ b) Tiene mal olor\_\_\_\_\_ c) Tiene mal color\_\_\_\_\_

#### **V. Programa de agua potable y saneamiento rural**

1. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE? a)

Si\_\_\_\_\_ b)\_No\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_\_ Que sabe?\_\_\_\_\_

2. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque\_\_\_\_\_

3. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C\$ 20 a 35\_\_\_\_\_ b) C\$ 36 a 50\_\_\_\_\_ c) C\$ 51 a más\_\_\_\_\_ d) No estaría dispuesto/a\_\_\_\_\_ Porque? \_\_\_\_\_

#### **VI. Organización comunitaria:**

1. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización? Si\_\_\_\_\_

Que tipo? a) Productiva\_\_\_\_\_ b)Social\_\_\_\_\_ c)Religiosa\_\_\_\_\_ d)Otra\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_ Porque?  
\_\_\_\_\_

2. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres\_\_\_\_\_ b) Mujeres\_\_\_\_\_ c) Total\_\_\_\_\_

3. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c)

Porque\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre del Encuestador(a) Nombre del Supervisor(a)

Anexo 3 Clasificación de fuente de Abastecimiento y estudios de calidad de agua

Tabla 26 Clasificación de fuentes y posibles tratamientos

ITEM	Fuente buena. Requiere como tratamiento unicamente desinfeccion	Fuente que puede requerir tratamiento usual tal como filtracion y desinfeccion.	Fuente deficiente puede requerir tratamiento especial y desinfeccion
DBO (5-dias) mg/lit			
Promedio Mensual	0.75 - 1.5	1.5 - 2.5	Mayor de 2.50
Maximo diario	1.00 - 3.00	3.00 - 4.00	Mayor de 4.00
COLIFORME NMP por 100 ml			
Promedio Mensual	50 - 100	50 - 500	Mayor de 5000
Maximo diario	Mas de 100 en menos del 5% de las muestras	Mas de 5000 en menos del 20% de las muestras	Mas de 20,000 en menos de 5% de las muestras
OXIGENO DISUELTO			
(mg/lit)	4.00 (minimo)	4.00 (mínimo)	4.00 (Promedio)
Saturacion	75% o mayor	60% mayor	
pH Promedio	6.00 - 8.50	5.00 - 09.00	3.80 - 10.50
CLORURO max, Mg/lit	Menor de 1.5	1.5 - 3.00	Mayor de 250
FLORUROS max, mg/lit	Menor de 1.5	1.5 - 3.00	Mayor de 3.00
COMPUESTOS			
FENOLICOS max, Mg/lit	Ninguno	0.005	Mayor dr 0.005
COLOR, unitario	20	20 - 150	Mayor de 150
TURBIEDAD, unitario	10	10 - 250	Mayor de 250

Fuente: Normativas INAA y Diseño de filtros OPS.

## Clasificación de fuente de abastecimiento

La fuente de agua se clasifica como un pozo perforado de tipo surgente, esto debido a que su nivel estático sobrepasa el nivel freático del suelo. Los criterios para determinar si la fuente de abastecimiento es apta o si requiere tratamiento están descritos en la tabla anterior.

## Criterios para Selección de Sistemas de Tratamiento de Agua.

Una vez realizado los análisis de calidad de agua y haber clasificado el tipo de fuente, si esta no cumpliera con el parámetro que solo requiere desinfección, requerirá tratamiento. En el siguiente cuadro se resumen en base a los parámetros de campo y criterios de selección de tecnologías algunas alternativas para el tratamiento del agua por filtración en Múltiples etapas:

Tabla 27 Parámetros y Criterios de selección de tecnologías de tratamiento<sup>1</sup>

Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	Turbiedad (UNT)	< 10	10-20	20-50	50-70 (*)
	Color Real (UC)	< 20	20-30	30-40	30-40 (*)
< 500	Sin FGA		FGAC <sub>0.6</sub>	FGAC <sub>0.45</sub>	FGAS <sub>3.0.3</sub>
500 - 10000	FGAC <sub>0.6</sub>	FGAC <sub>0.6</sub>	FGAC <sub>0.6</sub>	FGAC <sub>0.45</sub>	FGAS <sub>3.0.3</sub>
10000 - 20000 (*)	FGAC <sub>0.45</sub>	FGAC <sub>0.45</sub>	FGAC <sub>0.45</sub>	FGAC <sub>0.45</sub>	FGAS <sub>3.0.3</sub>

Fuente: Normativas para diseño de filtros OPS.

FGDi - FILTRO GRUESO DINAMICO

FGAC - FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN CAPAS

FGAS3 - FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN SERIE (3 ETAPAS)

FGH3 - FILTRO GRUESO HORIZONTAL (3 ETAPAS)

FLA - FILTRO LENTRO ARENA.

<sup>1</sup> (Normativas para diseño de filtros OPS.)

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra codificada como AN-0175 fue capturada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.

  
**ÁREA ANALÍTICA**  
**ANÁLISIS**

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, al primer día del mes de abril del año dos mil diecinueve.

  
**ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD**  
**CIRA/UNAN**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m. al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Teléfono: (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni

**Resultados Analíticos Físico-Químicos**

**AGUA NATURAL**  
 Puesto Probando: El Zarcón  
 El Zarcón  
 La Concepción, Jinotega  
 13°14.2370 N, 86°14.7438 E  
 1.344 msnm  
 2019-03-15  
 00 h 09  
 AN-0175  
 2019-03-15  
 2019-04-01

**CLIENTE**  
 SR. HERMÓGENES FUENTES / WATER FOR PEOPLE  
 Estelí, Estelí  
 Tel. 8431 7955


Parámetros	Método	Límite y/o Rango de Detección	Resultados	U* (R=2; 95,45%)	Unidades	mqe.l <sup>1</sup>	Valores máximos admisibles CAPRE <sup>2</sup>
TURBIDEZ	2130.B.1	0,00 a 999	17,50		UNT		5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4000-I4.B.1	0,10 a 14,00	7,45	± 0,03	Unidades de pH		6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25,0 °C	2516.B.1	1,0 a 100 000,00	159,80	± 5,90	µS cm <sup>-1</sup>		Sin referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030.E.1		124,08		mg.l <sup>-1</sup> Pk-Co		1000,00 mg.l <sup>-1</sup>
COLOR VERDADERO	2120.B.1	5,0 - 100,0	< 5,0		mg.l <sup>-1</sup> Pk-Co	0,420	15,0 mg.l <sup>-1</sup> Pk-Co
SODIO	3500-Na.B.1		9,65	± 0,20	mg.l <sup>-1</sup>	0,008	200,00 mg.l <sup>-1</sup>
POTASIO	3500-K.B.1		0,17	± 0,21	mg.l <sup>-1</sup>	0,416	10,00 mg.l <sup>-1</sup>
MAGNESIO	3500-Mg.B.1		5,05	± 0,31	mg.l <sup>-1</sup>		50,00 mg.l <sup>-1</sup>
CALCIO	3500-Ca.B.1		16,87	± 0,38	mg.l <sup>-1</sup>	0,832	Sin referencia
CLORURO	4110.B.1	0,25	3,21		mg.l <sup>-1</sup>	0,091	250,00 mg.l <sup>-1</sup>
NITRATO	4110.B.1	0,25	3,32		mg.l <sup>-1</sup>	0,054	50,00 mg.l <sup>-1</sup>
SULFATO	4110.B.1	0,25	1,30		mg.l <sup>-1</sup>	0,027	250,00 mg.l <sup>-1</sup>
CARBONATO	2320.B.1	2,00	< 2,00		mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
BICARBONATO	2320.B.1	0,75	89,09		mg.l <sup>-1</sup>	1,460	Sin referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO <sub>3</sub>	2340.C.1	0,11	62,37	± 0,89	mg.l <sup>-1</sup>	1,247	Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO <sub>3</sub>	2320.B.1	0,82	73,00		mg.l <sup>-1</sup>	1,460	Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B.1	1,67	< 1,67		mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTUO	4500-SiO <sub>2</sub> .C.1	0,15	80,53	± 1,49	mg.l <sup>-1</sup>		0,10 a 3,00 mg.l <sup>-1</sup> **
NITRITO	4500-NO <sub>2</sub> .B.1	0,007	< 0,007		mg.l <sup>-1</sup>		0,30 mg.l <sup>-1</sup>
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B.1	0,01	0,82	± 0,03	mg.l <sup>-1</sup>		0,7 - 1,5 mg.l <sup>-1</sup>
FLUORURO	4110.B.1	0,25	< 0,25		mg.l <sup>-1</sup>		0,5 mg.l <sup>-1</sup>
AMONIO	4500-NH <sub>4</sub> .F.1	0,006	0,036	± 0,009	mg.l <sup>-1</sup>		
BALANCE IÓNICO DE LA MUESTRA	1030.E.1		3,12		%		

\*\* Si se toma el valor de 3,00 mg.l<sup>-1</sup> debe utilizarse el objeto y elabó por fórmula


  
 Lic. María Mercedes  
 Jefe de Laboratorio de Aguas Naturales

Datos de campo suministrados por el cliente:  
 pH: 6,30 Unidades de pH  
 Conductividad: 159 µS cm<sup>-1</sup>  
 Temperatura: 26,0 °C  
 Salinidad: 73,6 ‰

Referencias:  
<sup>1</sup> American Public Health Association (APHA) (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 22nd Edition. Washington, APHA.  
<sup>2</sup> Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). Normas de Calidad para consumo humano. Costa Rica.



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
Hospital Monte España, 300 metros al norte. Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982.  
Teléfax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni



**Resultados Analíticos de Metales Pesados**

**CLIENTE**

SR. HERMOGENES FUENTES / WATER FOR PEOPLE  
Estelí, Estelí  
Tel. 84317955

**MATRIZ DE LA MUESTRA**

Agua Natural  
Pozo Perforado  
El Zacatón

**IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

LUGAR Y/O COMUNIDAD  
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO  
COORDENADAS  
ELEVACIÓN  
FECHA DE MUESTREO  
HORA DE MUESTREO  
TIPO DE MUESTREO

La Concordia, Jinotega  
13°14,2370 N; 86°14,7430 E  
1344 msnm  
2019-03-15  
00 h 09  
Puntual

**CÓDIGO DEL LABORATORIO**

CM-054

**FECHA DE RECEPCIÓN**

2019-03-20

**FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS**

2019-03-22

**Valores máximos admisibles**


**Límite de**

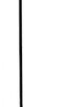
Parámetros	Método	Detección	Resultados	Unidades
ARSENICO TOTAL	E. Rofbery et al, 1984 <sup>1</sup>	0,99	< 0,99	µg.l <sup>-1</sup>
				10,00 µg.l <sup>-1</sup>

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Contaminantes Metálicos hace constar que la muestra codificada como CM-054 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Contaminantes Metálicos".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.

  
 AREA ANALITICA  
 CIRA/UNAN


  
 AREA ANALITICA


Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los veintidós días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.

**Datos de Campo:**


pH: 8,30 Unidades de pH  
Temperatura: 20,6 °C  
Conductividad: 150 µS cm<sup>-1</sup>  
Salinidad: 73,6 ‰

  
 Maximina Alvarado Espinoza  
 Jefe Lab. Contaminantes Metálicos


  
 Ing. Jennifer Stryz Ramirez

  
 AREA TÉCNICA ASEGURAMIENTO  
 Y CONTROL DE LA CALIDAD





**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6992  
 Telefax: (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicio@cira.unan.edu.ni



**Resultados Analíticos de Plaguicidas Organoclorados**

**AQUA NATURAL**  
 Pozo perforado El Zucalón  
 El Zucalón  
 La Concordia, Jinotega  
 13°14.2370' N; 86°14.7430' O  
 1344 msnm  
 2019-03-15  
 12 h:09

CO - 081  
 2019-03-15  
 2019-03-15  
 2019-04-05

**CLIENTE**

SR. HERMÓGENES FUENTES / WATER FOR PEOPLE  
 Estelí, Estelí  
 Celular No.: 8431-7955

**MATRIZ DE LA MUESTRA**

FUENTE: IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
 LUGAR Y/O COMUNIDAD: MUNICIPIO, DEPARTAMENTO  
 COORDENADAS: ELEVACIÓN  
 FECHA DE MUESTREO: HORA DE MUESTREO  
 CÓDIGO DEL LABORATORIO  
 FECHA DE RECEPCIÓN  
 FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS  
 FECHA DEL REPORTE

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	US EPA <sup>2</sup>	Valores Máximos Admisibles CAPRE <sup>3</sup>	OMS <sup>4</sup>
ALFA-CLORIDANO	CIRA/UNAN, 2005 <sup>1</sup>	0,21	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
GAMMA-CLORIDANO		0,21	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
ALFA-HCH		0,23	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
BETA-HCH		0,67	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
DELTA-HCH		0,29	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
LINDANO		0,36	AND	ng.l <sup>-1</sup>	0,0002 mg.l <sup>-1</sup>	2,00 µg.l <sup>-1</sup>	0,002 mg.l <sup>-1</sup>
PP-DDD		0,19	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	DDT y sus metabolitos
PP-DDD		0,26	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	0,001 mg.l <sup>-1</sup>
PP-DDT		0,82	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	2,00 µg.l <sup>-1</sup>	SR
HEPTACLORO		0,14	AND	ng.l <sup>-1</sup>	0,0004 mg.l <sup>-1</sup>	0,03 µg.l <sup>-1</sup>	SR
HEPTACLORO-EPÓXIDO		0,11	AND	ng.l <sup>-1</sup>	0,0002 mg.l <sup>-1</sup>	0,03 µg.l <sup>-1</sup>	SR
ALDRÍN		0,32	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	Aldrin + Dieldrin: 0,0003 mg.l <sup>-1</sup>	SR
DELDRÍN		0,16	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	0,03 µg.l <sup>-1</sup>	0,0006 mg.l <sup>-1</sup>
ENDRÍN		0,26	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
ENDRÍN ALDEHÍDO		0,19	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
ENDRÍN CETONA		0,26	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
ENDOSULFAN I		0,25	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
ENDOSULFAN II		0,11	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
ENDOSULFAN SULFATO		0,42	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
METOXICLORO		0,38	AND	ng.l <sup>-1</sup>	SR	SR	SR
TOXAFENO		8,70	AND	ng.l <sup>-1</sup>	0,003 mg.l <sup>-1</sup>	29 µg.l <sup>-1</sup>	SR

**Claves:**  
 AND: Analizado, No Deteccionado  
 SR: sin referencia

**Equivalencias:**  
 1 mg.l<sup>-1</sup> = 1.000 µg.l<sup>-1</sup>  
 1 µg.l<sup>-1</sup> = 1.000 ng.l<sup>-1</sup>


**Datos de Campo:**  
 pH: 6,30 Unidades de pH  
 Temperatura: 29,6 °C  
 Conductividad: 150,0 µS cm<sup>-1</sup>  
 Salinidad: 73,6 ‰

**Referencias:**  
<sup>1</sup> Procedimiento Operativo Normalizado para Determinar Plaguicidas Organoclorados y Organofosforados en Aguas PON-CO-01, MPOH-CO-03  
<sup>2</sup> United States Environmental Protection Agency (2006), National Primary Drinking Water Regulations  
<sup>3</sup> Norma Regional CAPRE, "Norma de Calidad del Agua para Consumo Humano, primera edición, (1993, revisión) (1994)  
<sup>4</sup> Organización Mundial de la Salud (2004), Guía para la calidad del Agua Potable, 3<sup>ra</sup> edición, Ginebra

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**


En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04.001.05), el Laboratorio de Contaminantes Orgánicos hace constar que la muestra codificada como CO - 081 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Contaminantes Orgánicos".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.


  
**AREA ANALITICA**  
**CIRA/UNAN**

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los cinco días del mes de abril del año dos mil diecinueve

  
**AREA TECNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALITICA**  
**CIRA/UNAN**






**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Militar, Espada, 300 m al lado, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Telefax: (505) 2267 8168, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni

**Resultados Analíticos de Plaguicidas Organofosforados**

**CLIENTE**  
 SR. HERMÓGENES FUENTES / WATER FOR PEOPLE  
 Estelí, Estelí  
 Celular No.: 8431-7985




**AGUA NATURAL**  
 Pozo perforado El Zacatón  
 El Zacatón  
 La Concordia, Jinotega  
 13°14.270' N; 85°14.743' O  
 1344 msnm  
 2019-03-15  
 12 h:09

CO - 081  
 2019-03-15  
 2019-03-15  
 2019-04-05

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las precisiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Contaminantes Orgánicos hace constar que la muestra codificada como CO - 081 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos de mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Contaminantes Orgánicos".


Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA  
CIRA/UNAN

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los cinco días del mes de abril del año dos mil diecinueve



AREA TECNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD  
CIRA/UNAN

**Valores Máximos Admisibles INAA<sup>2</sup>**

Parámetros	Método	Resultado	Unidades	INAA <sup>2</sup>
CO-RAL (COUMAFOS)	CIRA/UNAN, 2005 <sup>1</sup>	AND	ng.l <sup>-1</sup>	
DEF (TRIBUFOS)		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
DIAZINON		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
ETIL-PARATHION		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
ETION		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
FORATE		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
GUTTON (AZINFOS METIL)		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
MALATION		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
METIL-PARATHION		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
MOCAP (ETOPROFOS)		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
TERBUFOS		AND	ng.l <sup>-1</sup>	
ZOLONE (FOSFALONE)		AND	ng.l <sup>-1</sup>	

Comparación Organofosforados Totales 0,1 ng.l<sup>-1</sup>

**Referencias:**  
<sup>1</sup>Procedimiento Operativo Normalizado para Determinar Plaguicidas Organofosforados y Organoclorados en Agua POC-001, IAPON-CO-03  
<sup>2</sup>Normativa Ambiental - Norma para la Clasificación de los Recursos Hídricos. (Diciembre 1999). INAA.

**Equivalencias:**  
 1 mg.l<sup>-1</sup> = 1.000 µg.l<sup>-1</sup>  
 1 µg.l<sup>-1</sup> = 1.000 ng.l<sup>-1</sup>

**Claves:**  
 AND: Analizado, No Detectado

**Datos de Campo:**  
 pH: 8,30 Unidades de pH  
 Temperatura: 20,6 °C  
 Conductividad: 150,0 µS.cm<sup>-1</sup>  
 Salinidad: 73,6 ‰



Jefe de Laboratorio de Contaminantes Orgánicos

Anexo 4 Presiones en la línea de conducción

Tabla 28 Nodos de la línea de conducción

Tabla de Red - Nodos			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión n1	1351.31	1543.98	192.67
Conexión 3	1351.31	1478.48	127.17
Conexión n2	1357.07	1478.22	121.15
Conexión n3	1360.32	1478.13	117.81
Conexión n4	1365.11	1478.00	112.89
Conexión n5	1375.63	1477.73	102.10
Conexión n6	1379.23	1477.64	98.41
Conexión n7	1383.86	1477.48	93.62
Conexión n8	1386.67	1477.31	90.64
Conexión n9	1392.99	1477.05	84.06
Conexión n10	1393.88	1476.97	83.09
Conexión n11	1394.88	1476.94	82.06
Conexión n12	1398.82	1476.87	78.05
Conexión n13	1404.06	1476.65	72.59
Conexión n14	1409.71	1476.38	66.67
Conexión n15	1413.50	1476.13	62.63
Conexión n16	1412.80	1476.00	63.20
Conexión n17	1411.82	1475.85	64.03
Conexión n18	1408.92	1475.58	66.66
Conexión n19	1409.29	1475.38	66.09
Conexión n20	1410.17	1475.12	64.95
Conexión n21	1410.68	1474.96	64.28
Conexión n22	1413.59	1474.62	61.03
Conexión n23	1417.96	1474.45	56.49
Conexión n24	1421.18	1474.32	53.14
Conexión n25	1421.48	1474.04	52.56
Conexión n26	1422.64	1473.88	51.24

Tabla de Red - Nudos			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión n29	1433.88	1473.07	39.19
Conexión n30	1437.36	1472.66	35.30
Conexión n31	1435.95	1472.33	36.38
Conexión n32	1435.97	1472.14	36.17
Conexión n33	1433.95	1472.08	38.13
Conexión n34	1429.72	1471.81	42.09
Conexión n35	1427.84	1471.65	43.81
Conexión n36	1426.50	1471.38	44.88
Conexión n37	1425.88	1471.21	45.33
Conexión n38	1430.44	1470.90	40.46
Conexión n39	1432.32	1470.76	38.44
Conexión n40	1434.35	1470.57	36.22
Conexión n41	1437.70	1470.27	32.57
Conexión n42	1438.60	1470.10	31.50
Conexión n43	1444.22	1469.58	25.36
Conexión n44	1447.31	1469.38	22.07
Conexión n45	1448.53	1469.26	20.73
Conexión n46	1449.63	1469.02	19.39
Conexión n47	1450.38	1468.75	18.37
Conexión n48	1450.50	1468.55	18.05
Conexión n49	1449.41	1468.42	19.01
Conexión n50	1444.91	1468.08	23.17
Conexión n51	1443.83	1467.97	24.14
Conexión n52	1442.44	1467.75	25.31
Conexión n53	1442.81	1467.56	24.75
Conexión n54	1442.65	1467.47	24.82
Conexión n55	1442.82	1467.36	24.54
Conexión n56	1445.00	1467.11	22.11
Conexión n57	1446.93	1466.93	20.00
Conexión n58	1448.59	1466.62	18.03

Conexión n59	1448.73	1466.62	17.89
Conexión n60	1449.96	1466.42	16.46
Conexión n61	1452.00	1466.17	14.17
Conexión n62	1453.12	1465.94	12.82
Conexión n63	1455.40	1465.71	10.31
Conexión n64	1460.19	1465.34	5.15
Conexión n65	1460.00	1465.01	5.01

Fuente: Análisis de EPANET

## Anexo 5 Velocidades en línea de conducción

Tabla 29 Tabla de Red - Líneas

<b>Tabla de Red - Líneas</b>				
	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Caudal</b>	<b>Velocidad</b>
<b>ID Línea</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>
Tubería p1	36.33	50.80	1.15	0.57
Tubería p2	20.93	50.80	1.15	0.57
Tubería p3	16.97	50.80	1.15	0.57
Tubería p4	38.27	50.80	1.15	0.57
Tubería p5	12.51	50.80	1.15	0.57
Tubería p6	21.89	50.80	1.15	0.57
Tubería p7	23.74	50.80	1.15	0.57
Tubería p8	36.38	50.80	1.15	0.57
Tubería p9	10.18	50.80	1.15	0.57
Tubería p10	4.29	50.80	1.15	0.57
Tubería p11	10.13	50.80	1.15	0.57
Tubería p12	30.60	50.80	1.15	0.57
Tubería p13	36.53	50.80	1.15	0.57
Tubería p14	34.96	50.80	1.15	0.57
Tubería p15	18.15	50.80	1.15	0.57
Tubería p16	21.07	50.80	1.15	0.57
Tubería p17	37.60	50.80	1.15	0.57
Tubería p18	26.93	50.80	1.15	0.57
Tubería p19	36.16	50.80	1.15	0.57
Tubería p20	22.78	50.80	1.15	0.57
Tubería p21	47.15	50.80	1.15	0.57
Tubería p22	22.99	50.80	1.15	0.57
Tubería p23	18.87	50.80	1.15	0.57

<b>Tabla de Red - Líneas</b>				
	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Caudal</b>	<b>Velocidad</b>
<b>ID Línea</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>
Tubería p26	28.45	50.80	1.15	0.57
Tubería p27	27.74	50.80	1.15	0.57
Tubería p28	56.51	50.80	1.15	0.57
Tubería p29	56.87	50.80	1.15	0.57
Tubería p30	46.07	50.80	1.15	0.57
Tubería p31	25.94	50.80	1.15	0.57
Tubería p32	9.05	50.80	1.15	0.57
Tubería p33	36.53	50.80	1.15	0.57
Tubería p34	22.05	50.80	1.15	0.57
Tubería p35	38.11	50.80	1.15	0.57
Tubería p36	23.33	50.80	1.15	0.57
Tubería p37	43.13	50.80	1.15	0.57
Tubería p38	18.93	50.80	1.15	0.57
Tubería p39	27.42	50.80	1.15	0.57
Tubería p40	41.26	50.80	1.15	0.57
Tubería p41	23.94	50.80	1.15	0.57
Tubería p42	72.11	50.80	1.15	0.57
Tubería p43	27.24	50.80	1.15	0.57
Tubería p44	16.34	50.80	1.15	0.57
Tubería p45	33.62	50.80	1.15	0.57
Tubería p46	37.32	50.80	1.15	0.57
Tubería p47	27.26	50.80	1.15	0.57
Tubería p48	17.91	50.80	1.15	0.57
Tubería p49	48.05	50.80	1.15	0.57
Tubería p50	15.30	50.80	1.15	0.57
Tubería p51	29.81	50.80	1.15	0.57
Tubería p52	26.21	50.80	1.15	0.57
Tubería p53	12.45	50.80	1.15	0.57
Tubería p54	15.74	50.80	1.15	0.57
Tubería p55	35.17	50.80	1.15	0.57
Tubería p56	24.20	50.80	1.15	0.57
Tubería p57	42.49	50.80	1.15	0.57
Tubería p58	1.04	50.80	1.15	0.57
Tubería p59	26.96	50.80	1.15	0.57
Tubería p60	34.59	50.80	1.15	0.57
Tubería p61	32.38	50.80	1.15	0.57



Tubería p62	31.98	50.80	1.15	0.57
Tubería p63	51.11	50.80	1.15	0.57
Tubería p64	46.19	50.80	1.15	0.57
Tubería 2	1.00	50.80	1.15	0.57

Fuente: Análisis de EPANET

## Anexo 6 Presión en la red de distribución con CMH

Tabla 30 Nodos de la red de distribución

<b>Tabla de Red - Nodos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n1	1374.43	0.16	1412.74	38.31
Conexión n2	1375.15	0	1412.74	37.59
Conexión n3	1375.76	0	1412.74	36.98
Conexión n4	1376.69	0	1412.73	36.04
Conexión n5	1376.93	0	1412.73	35.80
Conexión n6	1380.76	0	1412.73	31.97
Conexión n7	1382.97	0	1412.72	29.75
Conexión n8	1385.23	0	1412.71	27.48
Conexión n9	1388.01	0	1412.71	24.70
Conexión n10	1390.65	0	1412.70	22.05
Conexión n11	1394.36	0	1412.69	18.33
Conexión n12	1396.93	0	1412.69	15.76
Conexión n13	1399.99	0	1412.68	12.69
Conexión n14	1401.43	0	1412.67	11.24
Conexión n15	1399.26	0	1412.66	13.40
Conexión n16	1399.19	0	1412.66	13.47
Conexión n17	1400.19	0	1412.66	12.47
Conexión n18	1402.72	0	1412.65	9.93
Conexión n19	1404.64	0	1412.64	8.00
Conexión n20	1407.78	0	1412.63	4.85
Conexión n21	1412.38	0.03	1412.62	0.24
Conexión n22	1373.86	0	1412.65	38.79
Conexión n23	1379.16	0	1412.44	33.28
Conexión n24	1379.45	0	1412.28	32.83
Conexión n25	1378.35	0	1412.09	33.74
Conexión n26	1378.42	0	1412.02	33.60
Conexión n27	1379.03	0	1411.91	32.88

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n30	1373.02	0	1411.36	38.34
Conexión n31	1368.7	0	1411.18	42.48
Conexión n32	1368.58	0	1411.13	42.55
Conexión n33	1369.72	0	1411.04	41.32
Conexión n34	1372.89	0	1410.94	38.05
Conexión n35	1376.97	0	1410.53	33.56
Conexión n36	1377.08	0	1410.26	33.18
Conexión n37	1378.27	0	1410.08	31.81
Conexión n38	1378.32	0	1409.92	31.60
Conexión n39	1378.83	0	1409.84	31.01
Conexión n40	1381.2	0	1409.72	28.52
Conexión n41	1385.13	0	1409.56	24.43
Conexión n42	1386.46	0	1409.49	23.03
Conexión n43	1380.69	0	1409.07	28.38
Conexión n44	1377.35	0	1408.84	31.49
Conexión n45	1376.65	0	1408.58	31.93
Conexión n46	1376.12	0	1408.44	32.32
Conexión n47	1373.89	0	1408.30	34.41
Conexión n48	1372.52	0	1408.22	35.70
Conexión n49	1371.9	0	1408.16	36.26
Conexión n50	1373.36	0	1408.08	34.72
Conexión n51	1375.22	0	1407.97	32.75
Conexión n52	1382.38	0	1407.79	25.41
Conexión n53	1386.49	0	1407.67	21.18
Conexión n54	1387.02	0	1407.62	20.60
Conexión n55	1387.56	0.17	1407.55	19.99
Conexión n61	1425.88	0	1449.89	24.01
Conexión n62	1426.5	0	1449.54	23.04
Conexión n63	1426.63	0	1449.30	22.67
Conexión n64	1427.84	0	1448.96	21.12
Conexión n65	1429.72	0	1448.65	18.93
Conexión n66	1433.95	0	1448.07	14.12
Conexión n67	1434.97	0	1447.94	12.97
Conexión n68	1435.38	0	1447.39	12.01
Conexión n69	1435.25	0	1447.22	11.97
Conexión n70	1435.25	0	1446.96	11.71



<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n73	1432.42	0	1445.31	12.89
Conexión n74	1429.64	0	1444.80	15.16
Conexión n75	1427.3	0	1444.38	17.08
Conexión n76	1422.15	0	1443.55	21.40
Conexión n77	1414.39	0	1442.36	27.97
Conexión n78	1412.75	0	1441.92	29.17
Conexión n79	1411.02	0	1441.46	30.44
Conexión n80	1408.06	0	1440.82	32.76
Conexión n81	1407.01	0	1440.56	33.55
Conexión n82	1406.31	0	1440.27	33.96
Conexión n83	1405.85	0	1440.19	34.34
Conexión n84	1403.46	0.21	1439.68	36.22
Conexión n85	1402.45	0	1439.11	36.66
Conexión n86	1405.29	0	1438.73	33.44
Conexión n89	1405.94	0	1438.41	32.47
Conexión n90	1406.14	0	1438.11	31.97
Conexión n91	1406.21	0.03	1438.02	31.81
Conexión n92	1404.37	0	1437.93	33.56
Conexión n93	1402.38	0	1437.70	35.32
Conexión n94	1399.44	0	1437.53	38.09
Conexión n95	1399.38	0	1437.50	38.12
Conexión n96	1398.87	0	1437.42	38.55
Conexión n97	1396.86	0	1437.36	40.50
Conexión n98	1395.33	0	1437.29	41.96
Conexión n99	1394.69	0	1437.26	42.57
Conexión n100	1394.41	0	1437.18	42.77
Conexión n101	1394.26	0	1437.06	42.80
Conexión n102	1394.46	0	1436.99	42.53
Conexión n103	1394.67	0	1436.90	42.23
Conexión n104	1394.41	0	1436.83	42.42
Conexión n105	1395.4	0	1436.78	41.38
Conexión n106	1395.88	0.06	1436.73	40.85
Conexión n107	1395.16	0	1436.73	41.57
Conexión n108	1395.15	0	1436.73	41.58
Conexión n109	1399.22	0	1436.72	37.50
Conexión n110	1400.9	0	1436.72	35.82

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n113	1406	0	1436.71	30.71
Conexión n114	1409.36	0	1436.71	27.35
Conexión n115	1412.5	0	1436.69	24.19
Conexión n116	1417.62	0	1436.69	19.07
Conexión n117	1420.94	0	1436.69	15.75
Conexión n118	1423.91	0	1436.69	12.78
Conexión n119	1426.1	0	1436.68	10.58
Conexión n120	1424.72	0	1436.67	11.95
Conexión n121	1426.35	0.02	1436.67	10.32
Conexión n122	1396.96	0	1436.73	39.77
Conexión n123	1398.24	0	1436.72	38.48
Conexión n124	1400.36	0	1436.71	36.35
Conexión n125	1401.32	0	1436.70	35.38
Conexión n126	1402.52	0	1436.68	34.16
Conexión n127	1403.73	0	1436.63	32.90
Conexión n128	1404.63	0	1436.61	31.98
Conexión n129	1406.56	0	1436.60	30.04
Conexión n130	1413.05	0.05	1436.56	23.51
Conexión n131	1405.94	0	1437.99	32.05
Conexión n132	1404.68	0	1437.93	33.25
Conexión n133	1403.65	0	1437.91	34.26
Conexión n134	1395.37	0	1437.75	42.38
Conexión n135	1388.59	0	1437.66	49.07
Conexión n136	1387.28	0	1437.63	50.35
Conexión n137	1386.53	0	1437.59	51.07
Conexión n138	1386.255	0	1437.58	51.33
Conexión n139	1387.845	0	1437.56	49.72
Conexión n140	1390.03	0	1437.54	47.51
Conexión n141	1390.34	0	1437.51	47.17
Conexión n142	1390.22	0	1437.50	47.28
Conexión n143	1385.08	0	1437.35	52.27
Conexión n144	1384.82	0	1437.29	52.47
Conexión n145	1386.12	0	1437.24	51.12
Conexión n146	1386.35	0	1437.17	50.82
Conexión n147	1386.3	0	1437.12	50.82
Conexión n148	1385.15	0	1437.06	51.91

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	<b>m</b>	<b>LPS</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Conexión n151	1378.92	0	1436.79	57.87
Conexión n152	1377.75	0	1436.74	58.99
Conexión n153	1377.35	0	1436.66	59.31
Conexión n154	1378.37	0	1436.59	58.22
Conexión n155	1379.63	0	1436.52	56.89
Conexión n156	1384.35	0	1436.45	52.10
Conexión n157	1385.41	0	1436.41	51.00
Conexión n158	1386.6	0	1436.35	49.75
Conexión n159	1386.86	0	1436.33	49.47
Conexión n160	1388.02	0	1436.27	48.25
Conexión n161	1388.69	0	1436.24	47.55
Conexión n162	1387.99	0	1436.21	48.22
Conexión n163	1387.35	0	1436.13	48.78
Conexión n164	1386.92	0.08	1436.04	49.12
Conexión n165	1398.82	0	1421.72	22.90
Conexión n166	1400.34	0	1422.06	21.72
Conexión n167	1401.26	0	1422.34	21.08
Conexión n168	1402.94	0	1422.70	19.76
Conexión n169	1403.53	0	1423.20	19.67
Conexión n170	1403.45	0	1423.93	20.48
Conexión n171	1403.78	0	1423.96	20.18
Conexión n172	1404.32	0	1424.45	20.13
Conexión n173	1402.53	0	1425.38	22.85
Conexión n174	1402.98	0	1425.73	22.75
Conexión n175	1406.52	0	1426.64	20.12
Conexión n176	1411.49	0	1427.45	15.96
Conexión n177	1408.36	0	1428.13	19.77
Conexión n178	1406.43	0	1429.02	22.59
Conexión n179	1405.35	0	1429.52	24.17
Conexión n180	1403.36	0	1430.65	27.29
Conexión n181	1403.24	0	1431.35	28.11
Conexión n182	1403.47	0	1432.10	28.63
Conexión n183	1403.63	0	1432.93	29.30
Conexión n184	1400.97	0	1433.88	32.91
Conexión n185	1400.78	0	1434.51	33.73
Conexión n186	1400.67	0	1434.98	34.31

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n189	1400.16	0	1437.27	37.11
Conexión n190	1403.06	0	1438.10	35.04
Conexión n191	1402.907	0	1438.84	35.93
Conexión n192	1403.07	0	1439.17	36.10
Conexión n193	1369.92	0	1414.14	44.22
Conexión n194	1366.56	0	1414.95	48.39
Conexión n195	1366.37	0	1415.31	48.94
Conexión n196	1367.03	0	1415.69	48.66
Conexión n197	1367.57	0	1415.89	48.32
Conexión n198	1369.2	0	1416.47	47.27
Conexión n199	1375.22	0	1417.53	42.31
Conexión n200	1377.61	0	1417.90	40.29
Conexión n201	1382.56	0	1418.48	35.92
Conexión n202	1385.83	0	1419.11	33.28
Conexión n203	1390.88	0	1419.92	29.04
Conexión n204	1392.35	0	1420.32	27.97
Conexión n205	1396.28	0	1421.14	24.86
Conexión n206	1430.44	0	1450.61	20.17
Conexión n207	1432.32	0	1450.93	18.61
Conexión n208	1434.35	0	1451.38	17.03
Conexión n209	1437.7	0	1452.07	14.37
Conexión n210	1438.6	0	1452.47	13.87
Conexión n211	1444.22	0	1453.68	9.46
Conexión n212	1447.31	0	1454.14	6.83
Conexión n213	1448.53	0	1454.41	5.88
Conexión n214	1449.63	0	1454.97	5.34
Conexión n215	1450.38	0	1455.59	5.21
Conexión n216	1450.5	0	1456.04	5.54
Conexión n217	1449.41	0	1456.34	6.93
Conexión n218	1444.91	0	1457.14	12.23
Conexión n219	1443.83	0	1457.40	13.57
Conexión n220	1442.44	0	1457.89	15.45
Conexión n221	1442.81	0	1458.33	15.52
Conexión n222	1442.65	0	1458.54	15.89
Conexión n223	1442.82	0	1458.80	15.98
Conexión n224	1445	0	1459.39	14.39

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n227	1446.06	0	1459.37	13.31
Conexión n228	1444.81	0	1459.37	14.56
Conexión n229	1441.21	0.02	1459.37	18.16
Conexión n230	1424.62	0	1449.87	25.25
Conexión n231	1424.05	0	1449.84	25.79
Conexión n232	1423.66	0	1449.83	26.17
Conexión n233	1420.22	0	1449.80	29.58
Conexión n234	1420.3	0	1449.78	29.48
Conexión n235	1420.5	0	1449.78	29.28
Conexión n236	1422.7	0	1449.77	27.07
Conexión n237	1424.28	0	1449.76	25.48
Conexión n238	1425.67	0	1449.76	24.09
Conexión n239	1422.18	0	1449.74	27.56
Conexión n240	1422.28	0	1449.73	27.45
Conexión n241	1421.17	0	1449.72	28.55
Conexión n242	1421.08	0	1449.71	28.63
Conexión n243	1420.22	0	1449.71	29.49
Conexión n244	1418.67	0	1449.70	31.03
Conexión n245	1418.72	0	1449.69	30.97
Conexión n246	1418.48	0	1449.68	31.20
Conexión n247	1418.63	0	1449.67	31.04
Conexión n248	1419.34	0	1449.66	30.32
Conexión n249	1419.43	0	1449.65	30.22
Conexión n250	1418.92	0	1449.64	30.72
Conexión n251	1416.2	0	1449.62	33.42
Conexión n252	1412.07	0	1449.60	37.53
Conexión n253	1408.59	0	1449.58	40.99
Conexión n254	1404.448	0	1449.56	45.11
Conexión n255	1400.56	0	1449.55	48.99
Conexión n256	1394.34	0	1449.53	55.19
Conexión n257	1390.78	0	1449.52	58.74
Conexión n258	1389.9	0	1449.50	59.60
Conexión n259	1394.27	0	1449.48	55.21
Conexión n260	1400.64	0	1449.46	48.82
Conexión n261	1402.99	0	1449.45	46.46
Conexión n262	1402.6	0	1449.44	46.84

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n265	1399.85	0	1449.38	49.53
Conexión n266	1398.29	0	1449.38	51.09
Conexión n267	1397.19	0	1449.34	52.15
Conexión n268	1402.5	0	1449.33	46.83
Conexión n269	1410.13	0	1449.30	39.17
Conexión n270	1414.4	0.05	1449.27	34.87
Conexión n273	1445.78	0	1459.61	13.83
Conexión n274	1446.93	0	1459.81	12.88
Conexión n275	1448.594	0	1460.55	11.96
Conexión n276	1448.73	0	1460.57	11.84
Conexión n277	1449.96	0	1461.04	11.08
Conexión n278	1452	0	1461.64	9.64
Conexión n279	1453.12	0	1462.21	9.09
Conexión n280	1455.4	0	1462.77	7.37
Conexión n281	1460.19	0	1463.65	3.46
Conexión n282	1462.5	0	1464.48	1.98
Conexión n283	1459.66	0	1463.53	3.87
Conexión n284	1460.32	0	1463.40	3.08
Conexión n285	1460.2	0	1463.32	3.12
Conexión n286	1459.86	0	1463.25	3.39
Conexión n287	1458.78	0	1463.16	4.38
Conexión n288	1457.49	0	1463.08	5.59
Conexión n289	1456.69	0	1463.03	6.34
Conexión n290	1456.01	0	1463.00	6.99
Conexión n291	1454.86	0	1462.94	8.08
Conexión n292	1453.2	0	1462.84	9.64
Conexión n293	1451.38	0	1462.72	11.34
Conexión n294	1449.14	0	1462.62	13.48
Conexión n295	1448.24	0	1462.51	14.27
Conexión n296	1446.19	0	1462.40	16.21
Conexión n297	1442.57	0	1462.26	19.69
Conexión n298	1442.52	0	1462.17	19.65
Conexión n299	1442.9	0	1462.06	19.16
Conexión n300	1443.35	0	1461.48	18.13
Conexión n301	1441.76	0	1461.48	19.72
Conexión n302	1438.82	0	1461.48	22.66

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n305	1430.4	0	1461.47	31.07
Conexión n306	1429.35	0	1461.47	32.12
Conexión n307	1427.55	0	1461.46	33.91
Conexión n308	1428.82	0	1461.46	32.64
Conexión n309	1428.78	0	1461.46	32.68
Conexión n310	1429.03	0	1461.46	32.43
Conexión n311	1428.22	0	1461.45	33.23
Conexión n312	1427.64	0.06	1461.45	33.81
Conexión n313	1442.61	0	1460.58	17.97
Conexión n314	1441.93	0	1460.19	18.26
Conexión n315	1441.46	0	1459.94	18.48
Conexión n316	1440.34	0	1459.73	19.39
Conexión n317	1437.38	0	1459.32	21.94
Conexión n318	1435.56	0	1459.01	23.45
Conexión n319	1433.87	0	1458.68	24.81
Conexión n320	1431.95	0	1458.30	26.35
Conexión n321	1431.51	0	1458.09	26.58
Conexión n322	1430.13	0	1457.72	27.59
Conexión n323	1428.48	0	1457.37	28.89
Conexión n324	1427.5	0	1457.21	29.71
Conexión n325	1427.06	0	1457.13	30.07
Conexión n326	1424.88	0	1456.81	31.93
Conexión n327	1423.56	0	1456.64	33.08
Conexión n328	1422.14	0	1456.45	34.31
Conexión n329	1416.66	0	1455.40	38.74
Conexión n330	1416.5	0	1454.98	38.48
Conexión n331	1416.68	0	1454.74	38.06
Conexión n332	1418.26	0	1454.31	36.05
Conexión n333	1419.01	0	1453.62	34.61
Conexión n334	1418.62	0	1453.17	34.55
Conexión n335	1418.61	0	1452.56	33.95
Conexión n336	1419.02	0	1452.12	33.10
Conexión n337	1419.58	0	1451.72	32.14
Conexión n338	1419.72	0	1451.35	31.63
Conexión n339	1419.26	0	1450.67	31.41
Conexión n340	1418.92	0	1450.52	31.60

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n343	1413.6	0	1449.22	35.62
Conexión n344	1410.67	0	1448.59	37.92
Conexión n345	1408.67	0	1447.95	39.28
Conexión n346	1407.83	0	1447.41	39.58
Conexión n347	1407.71	0	1447.01	39.30
Conexión n348	1407.94	0	1446.83	38.89
Conexión n349	1408.47	0	1446.56	38.09
Conexión n350	1409.17	0	1446.19	37.02
Conexión n351	1411.58	0	1445.64	34.06
Conexión n352	1412.6	0	1445.22	32.62
Conexión n353	1411.13	0	1444.85	33.72
Conexión n354	1410.44	0	1444.57	34.13
Conexión n355	1409.94	0	1444.22	34.28
Conexión n356	1410.13	0	1443.83	33.70
Conexión n357	1408.38	0	1443.22	34.84
Conexión n358	1405.79	0	1442.90	37.11
Conexión n359	1400.96	0	1442.35	41.39
Conexión n360	1398.18	0	1442.06	43.88
Conexión n361	1396.37	0	1441.81	45.44
Conexión n362	1396	0	1441.75	45.75
Conexión n363	1393.07	0	1441.37	48.30
Conexión n364	1388.71	0	1440.79	52.08
Conexión n365	1385.96	0	1440.40	54.44
Conexión n366	1385.79	0	1440.06	54.27
Conexión n367	1385.6	0	1439.83	54.23
Conexión n368	1384.37	0	1439.61	55.24
Conexión n369	1383.35	0	1439.50	56.15
Conexión n370	1380.62	0	1439.21	58.59
Conexión n371	1375.85	0	1380.85	5.00
Conexión n372	1373.9	0	1380.69	6.79
Conexión n373	1370.06	0	1380.37	10.31
Conexión n376	1368.22	0	1380.04	11.82
Conexión n377	1365.37	0	1379.75	14.38
Conexión n378	1364.26	0	1379.55	15.29
Conexión n379	1362.63	0	1379.41	16.78
Conexión n380	1360.95	0	1379.24	18.29



<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n383	1354.2	0	1378.67	24.47
Conexión n384	1353.06	0	1378.51	25.45
Conexión n385	1351.53	0	1378.42	26.89
Conexión n386	1348.67	0	1378.25	29.58
Conexión n387	1345.16	0	1378.00	32.84
Conexión n388	1334.63	0	1377.31	42.68
Conexión n389	1326.79	0	1376.70	49.91
Conexión n390	1324.98	0	1376.57	51.59
Conexión n391	1321.84	0	1376.32	54.48
Conexión n392	1316.16	0	1376.01	59.85
Conexión n393	1312.48	0	1312.48	0.00
Conexión n394	1296.88	0	1311.59	14.71
Conexión n395	1294.49	0	1311.36	16.87
Conexión n396	1287.48	0	1310.93	23.45
Conexión n397	1281.34	0	1310.48	29.14
Conexión n398	1276.15	0	1309.89	33.74
Conexión n399	1273.75	0	1309.59	35.84
Conexión n400	1272.3	0	1309.32	37.02
Conexión n401	1270.91	0	1308.99	38.08
Conexión n406	1269.95	0	1308.79	38.84
Conexión n407	1268.37	0	1308.03	39.66
Conexión n408	1267.16	0	1307.81	40.65
Conexión n409	1264.34	0	1307.41	43.07
Conexión n410	1261.8	0	1307.00	45.20
Conexión n411	1261.75	0	1306.80	45.05
Conexión n412	1262.13	0	1306.77	44.64
Conexión n413	1262.51	0	1306.62	44.11
Conexión n414	1264.51	0	1306.26	41.75
Conexión n415	1265.55	0	1305.81	40.26
Conexión n416	1265.62	0	1305.31	39.69
Conexión n417	1264.99	0	1304.89	39.90
Conexión n418	1263.42	0	1304.44	41.02
Conexión n419	1262.68	0	1304.30	41.62
Conexión n420	1262.29	0	1304.10	41.81
Conexión n421	1261.72	0	1303.85	42.13
Conexión n422	1260.85	0	1303.57	42.72

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión n425	1259.67	0	1302.98	43.31
Conexión n426	1258.54	0	1302.62	44.08
Conexión n427	1256.26	0	1302.18	45.92
Conexión n428	1253.23	0	1301.71	48.48
Conexión n429	1251.57	0	1301.10	49.53
Conexión n430	1249.51	0	1300.35	50.84
Conexión n431	1247.65	0	1300.02	52.37
Conexión n432	1245.88	0	1299.65	53.77
Conexión n433	1245.5	0	1299.55	54.05
Conexión n434	1244.74	0	1299.40	54.66
Conexión n435	1243.83	0	1299.22	55.39
Conexión n436	1242.64	0	1298.95	56.31
Conexión n437	1240.68	0	1297.94	57.26
Conexión n438	1238.73	0	1297.79	59.06
Conexión n439	1237.7	0	1297.58	59.88
Conexión n440	1237.61	0	1297.39	59.78
Conexión n441	1238.84	0	1297.23	58.39
Conexión n442	1241.13	0	1296.87	55.74
Conexión n443	1241.58	0	1296.48	54.90
Conexión n444	1241.86	0	1296.11	54.25
Conexión n445	1242.72	0	1295.64	52.92
Conexión n446	1242.92	0	1294.99	52.07
Conexión n447	1241.91	0	1294.63	52.72
Conexión n451	1242.34	0	1294.61	52.27
Conexión n452	1242.34	0	1294.50	52.16
Conexión n453	1242.18	0	1294.39	52.21
Conexión n454	1242.49	0	1294.25	51.76
Conexión n455	1243.61	0	1294.01	50.40
Conexión n456	1245.35	0	1293.70	48.35
Conexión n457	1245.09	0	1293.50	48.41
Conexión n458	1245.08	0	1293.30	48.22
Conexión n459	1244.36	0	1293.20	48.84
Conexión n460	1241.2	0	1292.55	51.35
Conexión n461	1240.19	0	1292.10	51.91
Conexión n462	1237.66	0	1291.58	53.92
Conexión n463	1237.59	0	1291.23	53.64

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión 4	1231.44	0	1289.76	58.32
Conexión 5	1229.21	0	1289.38	60.17
Conexión 6	1229.97	0	1288.38	58.41
Conexión 7	1231.1	0	1288.10	57.00
Conexión 8	1228.26	0	1286.95	58.69
Conexión 9	1227.29	0	1286.38	59.09
Conexión 10	1221.72	0	1285.81	64.09
Conexión 11	1221.64	0	1285.57	63.93
Conexión 12	1228.89	0	1284.41	55.52
Conexión 13	1234.66	0	1283.79	49.13
Conexión 14	1238.56	0	1283.11	44.55
Conexión 15	1245.87	0	1282.24	36.37
Conexión 16	1249.73	0	1281.29	31.56
Conexión 17	1250.45	0	1281.15	30.70
Conexión 18	1243.521	0	1279.77	36.25
Conexión 19	1231.65	0	1279.63	47.98
Conexión 20	1221.94	0	1221.94	0.00
Conexión 21	1202.74	0	1221.75	19.01
Conexión 22	1181.8	0	1221.54	39.74
Conexión 23	1176.88	0	1221.33	44.45
Conexión 24	1160.9	0	1160.90	0.00
Conexión 25	1145.63	0	1160.87	15.24
Conexión 26	1140.83	0	1160.85	20.02
Conexión 27	1137.48	0	1160.83	23.35
Conexión 28	1131.9	0	1160.82	28.92
Conexión 29	1112.2	0	1160.80	48.60
Conexión 30	1098.47	0	1160.78	62.31
Conexión 31	1097.09	0	1160.75	63.66
Conexión 32	1108.54	0	1160.72	52.18
Conexión 33	1116.69	0	1160.67	43.98
Conexión 34	1147.472	0.05	1160.59	13.11
Conexión 35	1153.52	0	1160.87	7.35
Conexión 36	1138.44	0	1160.76	22.32
Conexión 37	1124.37	0	1160.70	36.33
Conexión 38	1114.76	0	1160.64	45.88
Conexión 39	1105.64	0	1160.60	54.96

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión 42	1239.92	0	1274.95	35.03
Conexión 43	1245.64	0	1266.90	21.26
Conexión 44	1249.31	0	1262.44	13.13
Conexión 45	1235.89	0	1262.29	26.40
Conexión 46	1231.57	0	1236.80	5.23
Conexión 47	1213.81	0.02	1236.58	22.77
Conexión 48	1216.29	0	1236.52	20.23
Conexión 49	1216.1	0	1236.46	20.36
Conexión 50	1209.95	0	1236.45	26.50
Conexión 51	1198.05	0	1236.44	38.39
Conexión 52	1181.96	0	1236.43	54.47
Conexión 53	1172.319	0.02	1236.42	64.10
Conexión 54	1197.13	0.03	1236.43	39.30
Conexión 55	1194.31	0	1236.58	42.27
Conexión 56	1181.49	0	1236.58	55.09
Conexión 57	1168.17	0.01	1236.57	68.40
Conexión 58	1211.22	0	1236.58	25.36
Conexión 59	1198.67	0.02	1236.57	37.90
Conexión 60	1246.21	0	1258.54	12.33
Conexión 61	1239.22	0	1252.83	13.61
Conexión 62	1243.47	0	1249.11	5.64
Conexión 63	1235.51	0	1240.61	5.10
Conexión 64	1228.96	0	1234.61	5.65
Conexión 65	1222.54	0	1227.76	5.22
Conexión 66	1214.36	0	1223.66	9.30
Conexión 67	1212.81	0	1223.65	10.84
Conexión 68	1209.53	0.02	1223.64	14.11
Conexión 69	1208.48	0	1221.10	12.62
Conexión 70	1206.92	0.4	1219.17	12.25
Conexión 71	1209.42	0	1219.12	9.70
Conexión 72	1211.57	0	1219.10	7.53
Conexión 73	1214.03	0	1219.07	5.04
Conexión 74	1213.54	0	1219.01	5.47
Conexión 75	1212.74	0	1218.96	6.22
Conexión 76	1213.28	0.05	1218.91	5.63
Conexión 77	1202.34	0	1202.34	0.00

<b>Tabla de Red - Nudos</b>				
	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	m	m
Conexión 80	1193.06	0	1199.58	6.52
Conexión 81	1188.28	0	1199.12	10.84
Conexión 82	1183.45	0	1198.65	15.20
Conexión 83	1180.75	0	1198.57	17.82
Conexión 84	1181.88	0	1198.51	16.63
Conexión 85	1181.92	0	1198.40	16.48
Conexión 86	1177.13	0.09	1198.26	21.13
Conexión 87	1178.99	0	1178.99	0.00
Conexión 88	1173.29	0	1178.85	5.56
Conexión 89	1167.48	0	1178.66	11.18
Conexión 90	1164.75	0	1178.52	13.77
Conexión 91	1157.06	0	1178.44	21.38
Conexión 92	1145.9	0	1178.30	32.40
Conexión 93	1141.15	0	1178.19	37.04
Conexión 94	1131.21	0	1178.01	46.80
Conexión 95	1133.67	0	1177.98	44.31
Conexión 96	1132.78	0	1177.80	45.02
Conexión 97	1136.44	0	1177.63	41.19
Conexión 98	1131.98	0	1177.48	45.50
Conexión 99	1121.36	0	1177.13	55.77
Conexión 100	1114.69	0	1176.92	62.23
Conexión 101	1120.59	0	1176.70	56.11
Conexión 102	1122.39	0	1176.40	54.01
Conexión 103	1116.3	0	1176.09	59.79
Conexión 104	1108.52	0.11	1175.90	67.38
Conexión 106	1375.85	0	1438.82	62.97
Conexión 3	1178.99	0	1198.53	19.54
Conexión 105	1235.89	0	1236.89	1.00
Conexión 110	1160.9	0	1221.15	60.25
Conexión 111	1221.94	0	1279.49	57.55
Conexión 112	1342.48	0	1375.64	33.16
Conexión 113	1202.34	0	1218.65	16.31

Fuente: Análisis de EPANET

Anexo 7 Velocidad en la red de distribución con CMH

Tabla 31 Líneas en la red de distribución

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p2	7.72	25.40	0.03	0.07
Tubería p3	7.89	25.40	0.03	0.07
Tubería p4	2.46	25.40	0.03	0.07
Tubería p5	22.65	25.40	0.03	0.07
Tubería p6	28.17	25.40	0.03	0.07
Tubería p7	20.96	25.40	0.03	0.07
Tubería p8	20.74	25.40	0.03	0.07
Tubería p9	22.51	25.40	0.03	0.07
Tubería p10	27.67	25.40	0.03	0.07
Tubería p11	18.74	25.40	0.03	0.07
Tubería p12	27.12	25.40	0.03	0.07
Tubería p13	25.50	25.40	0.03	0.07
Tubería p14	35.40	25.40	0.03	0.07
Tubería p15	3.00	25.40	0.03	0.07
Tubería p16	15.22	25.40	0.03	0.07
Tubería p17	26.68	25.40	0.03	0.07
Tubería p18	25.38	25.40	0.03	0.07
Tubería p19	25.76	25.40	0.03	0.07
Tubería p20	29.10	25.40	0.03	0.07
Tubería p21	15.22	25.40	0.17	0.33
Tubería p22	35.30	25.40	0.17	0.33
Tubería p23	27.74	25.40	0.17	0.33
Tubería p24	31.20	25.40	0.17	0.33
Tubería p25	12.60	25.40	0.17	0.33
Tubería p26	18.42	25.40	0.17	0.33
Tubería p27	25.88	25.40	0.17	0.33
Tubería p28	36.78	25.40	0.17	0.33

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p31	7.54	25.40	0.17	0.33
Tubería p32	14.76	25.40	0.17	0.33
Tubería p33	17.51	25.40	0.17	0.33
Tubería p34	69.18	25.40	0.17	0.33
Tubería p35	44.96	25.40	0.17	0.33
Tubería p36	30.75	25.40	0.17	0.33
Tubería p37	27.76	25.40	0.17	0.33
Tubería p38	13.15	25.40	0.17	0.33
Tubería p39	19.49	25.40	0.17	0.33
Tubería p40	27.44	25.40	0.17	0.33
Tubería p41	11.65	25.40	0.17	0.33
Tubería p42	71.63	25.40	0.17	0.33
Tubería p43	38.24	25.40	0.17	0.33
Tubería p44	43.97	25.40	0.17	0.33
Tubería p45	23.90	25.40	0.17	0.33
Tubería p46	23.36	25.40	0.17	0.33
Tubería p47	13.27	25.40	0.17	0.33
Tubería p48	9.94	25.40	0.17	0.33
Tubería p49	14.05	25.40	0.17	0.33
Tubería p50	19.29	25.40	0.17	0.33
Tubería p51	29.51	25.40	0.17	0.33
Tubería p52	21.45	25.40	0.17	0.33
Tubería p53	8.30	25.40	0.17	0.33
Tubería p54	10.93	25.40	0.17	0.33
Tubería p60	23.35	38.10	0.80	0.70
Tubería p61	15.42	38.10	0.80	0.70
Tubería p62	22.74	38.10	0.80	0.70
Tubería p63	20.51	38.10	0.80	0.70
Tubería p64	38.41	38.10	0.80	0.70
Tubería p65	9.07	38.10	0.80	0.70

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p68	17.42	38.10	0.80	0.70
Tubería p69	25.39	38.10	0.80	0.70
Tubería p70	53.10	38.10	0.80	0.70
Tubería p71	30.90	38.10	0.80	0.70
Tubería p72	33.92	38.10	0.80	0.70
Tubería p73	27.83	38.10	0.80	0.70
Tubería p74	55.46	38.10	0.80	0.70
Tubería p75	78.87	38.10	0.80	0.70
Tubería p76	29.06	38.10	0.80	0.70
Tubería p77	30.48	38.10	0.80	0.70
Tubería p78	42.50	38.10	0.80	0.70
Tubería p79	17.63	38.10	0.80	0.70
Tubería p80	18.86	38.10	0.80	0.70
Tubería p81	5.53	38.10	0.80	0.70
Tubería p82	34.02	38.10	0.80	0.70
Tubería p83	51.06	25.40	0.23	0.46
Tubería p84	34.15	25.40	0.23	0.46
Tubería p87	28.40	25.40	0.23	0.46
Tubería p88	26.97	25.40	0.23	0.46
Tubería p89	8.30	25.40	0.23	0.46
Tubería p90	25.80	25.40	0.12	0.24
Tubería p91	69.75	25.40	0.12	0.24
Tubería p92	49.42	25.40	0.12	0.24
Tubería p93	9.53	25.40	0.12	0.24
Tubería p94	23.12	25.40	0.12	0.24
Tubería p95	18.71	25.40	0.12	0.24
Tubería p96	21.29	25.40	0.12	0.24
Tubería p97	8.23	25.40	0.12	0.24
Tubería p98	25.48	25.40	0.12	0.24
Tubería p99	33.74	25.40	0.12	0.24



Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p102	20.80	25.40	0.12	0.24
Tubería p103	14.06	25.40	0.12	0.24
Tubería p104	14.69	25.40	0.12	0.24
Tubería p105	13.78	25.40	0.02	0.04
Tubería p106	5.17	25.40	0.02	0.04
Tubería p107	40.36	25.40	0.02	0.04
Tubería p108	18.27	25.40	0.02	0.04
Tubería p109	17.10	25.40	0.02	0.04
Tubería p110	36.61	25.40	0.02	0.04
Tubería p111	23.23	25.40	0.02	0.04
Tubería p112	32.99	25.40	0.02	0.04
Tubería p113	83.47	25.40	0.02	0.04
Tubería p114	26.61	25.40	0.02	0.04
Tubería p115	13.37	25.40	0.02	0.04
Tubería p116	17.10	25.40	0.02	0.04
Tubería p117	21.16	25.40	0.02	0.04
Tubería p118	61.55	25.40	0.02	0.04
Tubería p119	28.32	25.40	0.02	0.04
Tubería p120	18.31	25.40	0.02	0.04
Tubería p121	18.31	25.40	0.02	0.04
Tubería p122	21.95	25.40	0.05	0.09
Tubería p123	18.07	25.40	0.05	0.09
Tubería p124	18.10	25.40	0.05	0.09
Tubería p125	38.26	25.40	0.05	0.09
Tubería p126	96.69	25.40	0.05	0.09
Tubería p127	42.81	25.40	0.05	0.09
Tubería p128	19.66	25.40	0.05	0.09
Tubería p129	62.64	25.40	0.05	0.09
Tubería p130	23.82	25.40	0.08	0.15
Tubería p131	35.68	25.40	0.08	0.15

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p134	60.10	25.40	0.08	0.15
Tubería p135	22.04	25.40	0.08	0.15
Tubería p136	22.22	25.40	0.08	0.15
Tubería p137	10.21	25.40	0.08	0.15
Tubería p138	10.79	25.40	0.08	0.15
Tubería p139	15.16	25.40	0.08	0.15
Tubería p140	25.41	25.40	0.08	0.15
Tubería p141	3.69	25.40	0.08	0.15
Tubería p142	102.60	25.40	0.08	0.15
Tubería p143	40.94	25.40	0.08	0.15
Tubería p144	35.23	25.40	0.08	0.15
Tubería p145	53.19	25.40	0.08	0.15
Tubería p146	29.49	25.40	0.08	0.15
Tubería p147	44.67	25.40	0.08	0.15
Tubería p148	41.56	25.40	0.08	0.15
Tubería p149	38.34	25.40	0.08	0.15
Tubería p150	104.20	25.40	0.08	0.15
Tubería p151	36.39	25.40	0.08	0.15
Tubería p152	56.58	25.40	0.08	0.15
Tubería p153	47.58	25.40	0.08	0.15
Tubería p154	50.72	25.40	0.08	0.15
Tubería p155	42.04	25.40	0.08	0.15
Tubería p156	30.80	25.40	0.08	0.15
Tubería p157	41.78	25.40	0.08	0.15
Tubería p158	12.45	25.40	0.08	0.15
Tubería p159	43.13	25.40	0.08	0.15
Tubería p160	19.82	25.40	0.08	0.15
Tubería p161	22.60	25.40	0.08	0.15
Tubería p162	54.43	25.40	0.08	0.15
Tubería p163	63.30	25.40	0.08	0.15

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p166	14.90	25.40	0.36	0.70
Tubería p167	20.78	25.40	0.36	0.70
Tubería p168	30.28	25.40	0.36	0.70
Tubería p169	1.24	25.40	0.36	0.70
Tubería p170	20.47	25.40	0.36	0.70
Tubería p171	38.67	25.40	0.36	0.70
Tubería p172	14.70	25.40	0.36	0.70
Tubería p173	37.70	25.40	0.36	0.70
Tubería p174	33.65	25.40	0.36	0.70
Tubería p175	28.29	25.40	0.36	0.70
Tubería p176	36.88	25.40	-0.36	0.70
Tubería p177	20.96	25.40	0.36	0.70
Tubería p178	46.88	25.40	0.36	0.70
Tubería p179	29.00	25.40	0.36	0.70
Tubería p180	31.47	25.40	0.36	0.70
Tubería p181	34.41	25.40	0.36	0.70
Tubería p182	39.33	25.40	0.36	0.70
Tubería p183	26.23	25.40	0.36	0.70
Tubería p184	19.56	25.40	0.36	0.70
Tubería p185	33.13	25.40	0.36	0.70
Tubería p186	29.81	25.40	0.36	0.70
Tubería p187	32.32	25.40	0.36	0.70
Tubería p188	34.49	25.40	0.36	0.70
Tubería p189	13.92	25.40	0.36	0.70
Tubería p190	30.53	25.40	0.36	0.70
Tubería p191	21.17	25.40	-0.36	0.70
Tubería p192	58.03	25.40	0.36	0.70
Tubería p193	33.93	25.40	0.36	0.70
Tubería p194	15.04	25.40	0.36	0.70
Tubería p195	15.51	25.40	0.36	0.70

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p198	44.17	25.40	0.36	0.70
Tubería p199	15.19	25.40	0.36	0.70
Tubería p200	24.30	25.40	0.36	0.70
Tubería p201	26.24	25.40	0.36	0.70
Tubería p202	33.44	25.40	0.36	0.70
Tubería p203	16.99	25.40	0.36	0.70
Tubería p204	34.05	25.40	0.36	0.70
Tubería p205	24.07	25.40	0.36	0.70
Tubería p206	43.38	38.10	0.85	0.74
Tubería p207	19.02	38.10	0.85	0.74
Tubería p208	27.48	38.10	0.85	0.74
Tubería p209	41.43	38.10	0.85	0.74
Tubería p210	23.93	38.10	0.85	0.74
Tubería p211	72.34	38.10	0.85	0.74
Tubería p212	27.44	38.10	0.85	0.74
Tubería p213	16.39	38.10	0.85	0.74
Tubería p214	33.62	38.10	0.85	0.74
Tubería p215	37.34	38.10	0.85	0.74
Tubería p216	27.25	38.10	0.85	0.74
Tubería p217	17.91	38.10	0.85	0.74
Tubería p218	48.07	38.10	0.85	0.74
Tubería p219	15.26	38.10	0.85	0.74
Tubería p220	29.81	38.10	0.85	0.74
Tubería p221	26.21	38.10	0.85	0.74
Tubería p222	12.44	38.10	0.85	0.74
Tubería p223	15.73	38.10	0.85	0.74
Tubería p224	35.16	38.10	0.85	0.74
Tubería p225	41.04	25.40	0.02	0.04
Tubería p226	29.62	25.40	0.02	0.04
Tubería p227	13.05	25.40	0.02	0.04

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p230	39.48	25.40	0.05	0.09
Tubería p231	46.16	25.40	0.05	0.09
Tubería p232	32.74	25.40	0.05	0.09
Tubería p233	49.30	25.40	0.05	0.09
Tubería p234	30.23	25.40	0.05	0.09
Tubería p235	7.78	25.40	0.05	0.09
Tubería p236	18.54	25.40	0.05	0.09
Tubería p237	13.25	25.40	0.05	0.09
Tubería p238	12.36	25.40	0.05	0.09
Tubería p239	32.78	25.40	0.05	0.09
Tubería p240	10.63	25.40	0.05	0.09
Tubería p241	28.69	25.40	0.05	0.09
Tubería p242	13.06	25.40	0.05	0.09
Tubería p243	13.88	25.40	0.05	0.09
Tubería p244	12.34	25.40	0.05	0.09
Tubería p245	10.44	25.40	0.05	0.09
Tubería p246	32.60	25.40	0.05	0.09
Tubería p247	20.07	25.40	0.05	0.09
Tubería p248	16.58	25.40	0.05	0.09
Tubería p249	16.18	25.40	0.05	0.09
Tubería p250	9.89	25.40	0.05	0.09
Tubería p251	38.88	25.40	0.05	0.09
Tubería p252	39.91	25.40	0.05	0.09
Tubería p253	51.44	25.40	0.05	0.09
Tubería p254	37.81	25.40	0.05	0.09
Tubería p255	13.00	25.40	0.05	0.09
Tubería p256	31.82	25.40	0.05	0.09
Tubería p257	30.01	25.40	0.05	0.09
Tubería p258	33.70	25.40	0.05	0.09
Tubería p259	38.09	25.40	0.05	0.09

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p262	27.52	25.40	0.05	0.09
Tubería p263	37.49	25.40	0.05	0.09
Tubería p264	45.38	25.40	0.05	0.09
Tubería p265	26.19	25.40	0.05	0.09
Tubería p266	10.72	25.40	0.05	0.09
Tubería p267	66.05	25.40	0.05	0.09
Tubería p268	26.39	25.40	0.05	0.09
Tubería p269	61.10	25.40	0.05	0.09
Tubería p270	50.82	25.40	0.05	0.09
Tubería p274	12.61	38.10	0.87	0.76
Tubería p275	11.59	38.10	0.87	0.76
Tubería p276	42.49	38.10	0.87	0.76
Tubería p277	1.10	38.10	0.87	0.76
Tubería p278	26.94	38.10	0.87	0.76
Tubería p279	34.59	38.10	0.87	0.76
Tubería p280	32.37	38.10	0.87	0.76
Tubería p281	32.00	38.10	0.87	0.76
Tubería p282	50.66	38.10	0.87	0.76
Tubería p283	49.24	50.80	1.82	0.90
Tubería p284	24.62	50.80	0.95	0.47
Tubería p285	25.58	50.80	0.95	0.47
Tubería p286	16.53	50.80	0.95	0.47
Tubería p287	14.11	50.80	0.95	0.47
Tubería p288	16.92	50.80	0.95	0.47
Tubería p289	15.38	50.80	0.95	0.47
Tubería p290	10.85	50.80	0.95	0.47
Tubería p291	6.16	50.80	0.95	0.47
Tubería p292	11.58	50.80	0.95	0.47
Tubería p293	19.68	50.80	0.95	0.47
Tubería p294	24.73	50.80	0.95	0.47

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p297	23.04	50.80	0.95	0.47
Tubería p298	26.94	50.80	0.95	0.47
Tubería p299	18.44	50.80	0.95	0.47
Tubería p300	22.55	50.80	0.95	0.47
Tubería p301	27.95	38.10	0.95	0.83
Tubería p302	22.11	38.10	0.06	0.05
Tubería p303	29.62	38.10	0.06	0.05
Tubería p304	38.63	38.10	0.06	0.05
Tubería p305	27.96	38.10	0.06	0.05
Tubería p306	25.19	38.10	0.06	0.05
Tubería p307	21.28	38.10	0.06	0.05
Tubería p308	27.00	38.10	0.06	0.05
Tubería p309	28.35	38.10	0.06	0.05
Tubería p310	14.96	38.10	0.06	0.05
Tubería p311	12.75	38.10	0.06	0.05
Tubería p312	22.70	38.10	0.06	0.05
Tubería p313	19.36	38.10	0.06	0.05
Tubería p314	49.21	38.10	0.89	0.78
Tubería p315	21.26	38.10	0.89	0.78
Tubería p316	13.83	38.10	0.89	0.78
Tubería p317	11.65	38.10	0.89	0.78
Tubería p318	22.51	38.10	0.89	0.78
Tubería p319	16.52	38.10	0.89	0.78
Tubería p320	18.07	38.10	0.89	0.78
Tubería p321	20.87	38.10	0.89	0.78
Tubería p322	11.74	38.10	0.89	0.78
Tubería p323	20.21	38.10	0.89	0.78
Tubería p324	18.88	38.10	0.89	0.78
Tubería p325	9.05	38.10	0.89	0.78
Tubería p326	4.35	38.10	0.89	0.78

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p329	10.60	38.10	0.89	0.78
Tubería p330	57.29	38.10	0.89	0.78
Tubería p331	22.85	38.10	0.89	0.78
Tubería p332	13.17	38.10	0.89	0.78
Tubería p333	23.55	38.10	0.89	0.78
Tubería p334	37.67	38.10	0.89	0.78
Tubería p335	24.40	38.10	0.89	0.78
Tubería p336	33.33	38.10	0.89	0.78
Tubería p337	24.33	38.10	0.89	0.78
Tubería p338	21.57	38.10	0.89	0.78
Tubería p339	20.40	38.10	0.89	0.78
Tubería p340	37.37	38.10	0.89	0.78
Tubería p341	7.84	38.10	0.89	0.78
Tubería p342	20.97	38.10	0.89	0.78
Tubería p343	23.29	38.10	0.89	0.78
Tubería p344	26.79	38.10	0.89	0.78
Tubería p345	34.87	38.10	0.89	0.78
Tubería p346	34.56	38.10	0.89	0.78
Tubería p347	29.89	38.10	0.89	0.78
Tubería p348	21.65	38.10	0.89	0.78
Tubería p349	9.74	38.10	0.89	0.78
Tubería p350	14.92	38.10	0.89	0.78
Tubería p351	20.13	38.10	0.89	0.78
Tubería p352	29.88	38.10	0.89	0.78
Tubería p353	23.32	38.10	0.89	0.78
Tubería p354	20.25	38.10	0.89	0.78
Tubería p355	14.97	38.10	0.89	0.78
Tubería p356	19.48	38.10	0.89	0.78
Tubería p357	21.08	38.10	0.89	0.78
Tubería p358	33.25	38.10	0.89	0.78



Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p361	15.97	38.10	0.89	0.78
Tubería p362	13.39	38.10	0.89	0.78
Tubería p363	3.62	38.10	0.89	0.78
Tubería p364	20.34	38.10	0.89	0.78
Tubería p365	31.65	38.10	0.89	0.78
Tubería p366	21.34	38.10	0.89	0.78
Tubería p367	18.77	38.10	0.89	0.78
Tubería p368	12.59	38.10	0.89	0.78
Tubería p369	12.30	38.10	0.89	0.78
Tubería p370	6.01	38.10	0.89	0.78
Tubería p371	15.42	38.10	0.89	0.78
Tubería p372	21.44	38.10	0.89	0.78
Tubería p373	8.80	38.10	0.89	0.78
Tubería p374	17.71	38.10	0.89	0.78
Tubería p377	17.87	38.10	0.89	0.78
Tubería p378	16.00	38.10	0.89	0.78
Tubería p379	10.82	38.10	0.89	0.78
Tubería p380	7.30	38.10	0.89	0.78
Tubería p381	9.74	38.10	0.89	0.78
Tubería p382	10.36	38.10	0.89	0.78
Tubería p383	8.52	38.10	0.89	0.78
Tubería p384	11.83	38.10	0.89	0.78
Tubería p385	8.78	38.10	0.89	0.78
Tubería p386	5.23	38.10	0.89	0.78
Tubería p387	9.23	38.10	0.89	0.78
Tubería p388	13.68	38.10	0.89	0.78
Tubería p389	37.71	38.10	0.89	0.78
Tubería p390	33.06	38.10	0.89	0.78
Tubería p391	7.24	38.10	0.89	0.78
Tubería p392	13.47	38.10	0.89	0.78

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p395	48.88	38.10	0.89	0.78
Tubería p396	12.42	38.10	0.89	0.78
Tubería p397	23.56	38.10	0.89	0.78
Tubería p398	24.41	38.10	0.89	0.78
Tubería p399	32.22	38.10	0.89	0.78
Tubería p400	16.72	38.10	0.89	0.78
Tubería p401	14.72	38.10	0.89	0.78
Tubería p402	18.07	38.10	0.89	0.78
Tubería p407	10.45	38.10	0.89	0.78
Tubería p408	42.00	38.10	0.89	0.78
Tubería p409	11.98	38.10	0.89	0.78
Tubería p410	21.94	38.10	0.89	0.78
Tubería p411	22.26	38.10	0.89	0.78
Tubería p412	10.77	38.10	0.89	0.78
Tubería p413	1.77	38.10	0.89	0.78
Tubería p414	8.37	38.10	0.89	0.78
Tubería p415	19.57	38.10	0.89	0.78
Tubería p416	24.46	38.10	0.89	0.78
Tubería p417	27.24	38.10	0.89	0.78
Tubería p418	23.12	38.10	0.89	0.78
Tubería p419	24.44	38.10	0.89	0.78
Tubería p420	7.87	38.10	0.89	0.78
Tubería p421	10.66	38.10	0.89	0.78
Tubería p422	14.01	38.10	0.89	0.78
Tubería p423	14.96	38.10	0.89	0.78
Tubería p424	12.64	38.10	0.89	0.78
Tubería p425	10.91	38.10	0.89	0.78
Tubería p426	8.69	38.10	0.89	0.78
Tubería p427	20.13	38.10	0.89	0.78
Tubería p428	23.56	38.10	0.89	0.78

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería p431	40.60	38.10	0.89	0.78
Tubería p432	18.17	38.10	0.89	0.78
Tubería p433	20.45	38.10	0.89	0.78
Tubería p434	5.49	38.10	0.89	0.78
Tubería p435	7.85	38.10	0.89	0.78
Tubería p436	9.88	38.10	0.89	0.78
Tubería p437	14.79	38.10	0.89	0.78
Tubería p438	54.98	38.10	0.89	0.78
Tubería p439	8.22	38.10	0.89	0.78
Tubería p440	11.56	38.10	0.89	0.78
Tubería p441	10.32	38.10	0.89	0.78
Tubería p442	9.03	38.10	0.89	0.78
Tubería p443	19.51	38.10	0.89	0.78
Tubería p444	21.35	38.10	0.89	0.78
Tubería p445	20.32	38.10	0.89	0.78
Tubería p446	25.75	38.10	0.89	0.78
Tubería p447	35.51	38.10	0.89	0.78
Tubería p448	19.74	38.10	0.89	0.78
Tubería p452	6.00	38.10	0.89	0.78
Tubería p453	5.94	38.10	0.89	0.78
Tubería p454	7.94	38.10	0.89	0.78
Tubería p455	13.01	38.10	0.89	0.78
Tubería p456	16.63	38.10	0.89	0.78
Tubería p457	11.34	38.10	0.89	0.78
Tubería p458	10.54	38.10	0.89	0.78
Tubería p459	5.84	38.10	0.89	0.78
Tubería p460	35.53	38.10	0.89	0.78
Tubería p461	24.26	38.10	0.89	0.78
Tubería p462	28.35	38.10	0.89	0.78
Tubería p463	19.37	38.10	0.89	0.78

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería 1	1.00	38.10	0.89	0.78
Tubería 2	46.60	38.10	0.89	0.78
Tubería 5	22.40	38.10	0.89	0.78
Tubería 6	20.81	38.10	0.89	0.78
Tubería 7	54.43	38.10	0.89	0.78
Tubería 8	15.25	38.10	0.89	0.78
Tubería 9	62.82	38.10	0.89	0.78
Tubería 10	31.25	38.10	0.89	0.78
Tubería 11	31.54	38.10	0.89	0.78
Tubería 12	12.94	38.10	0.89	0.78
Tubería 13	63.45	38.10	0.89	0.78
Tubería 14	33.84	38.10	0.89	0.78
Tubería 15	37.33	38.10	0.89	0.78
Tubería 16	47.39	38.10	0.89	0.78
Tubería 17	51.84	38.10	0.89	0.78
Tubería 18	7.65	38.10	0.89	0.78
Tubería 19	75.23	38.10	0.89	0.78
Tubería 20	49.58	25.40	0.11	0.22
Tubería 21	49.62	25.40	0.11	0.22
Tubería 22	68.49	25.40	0.11	0.22
Tubería 23	74.57	25.40	0.11	0.22
Tubería 24	73.26	25.40	0.11	0.22
Tubería 25	62.02	25.40	0.11	0.22
Tubería 26	48.29	25.40	0.05	0.09
Tubería 27	42.96	25.40	0.05	0.09
Tubería 28	34.62	25.40	0.05	0.09
Tubería 29	32.95	25.40	0.05	0.09
Tubería 30	34.16	25.40	0.05	0.09
Tubería 31	28.28	25.40	0.07	0.13
Tubería 32	103.91	25.40	0.07	0.13

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería 35	33.11	25.40	0.07	0.13
Tubería 36	24.64	25.40	0.78	1.54
Tubería 37	22.24	25.40	0.78	1.54
Tubería 38	78.31	25.40	0.78	1.54
Tubería 39	43.37	25.40	0.78	1.54
Tubería 40	55.12	25.40	0.11	0.22
Tubería 41	32.30	25.40	0.11	0.22
Tubería 42	79.45	25.40	0.11	0.22
Tubería 43	84.86	25.40	0.05	0.11
Tubería 44	77.14	25.40	0.05	0.11
Tubería 45	173.63	25.40	0.07	0.13
Tubería 46	41.97	25.40	0.05	0.09
Tubería 47	44.13	25.40	0.05	0.09
Tubería 48	68.34	25.40	0.05	0.09
Tubería 49	93.13	25.40	0.05	0.09
Tubería 50	162.20	25.40	0.05	0.09
Tubería 51	13.75	25.40	0.05	0.11
Tubería 52	65.16	25.40	0.02	0.04
Tubería 53	120.42	25.40	0.02	0.04
Tubería 54	36.41	25.40	0.02	0.04
Tubería 55	66.75	25.40	0.03	0.07
Tubería 56	91.42	25.40	0.01	0.02
Tubería 57	77.54	25.40	0.01	0.02
Tubería 58	97.04	25.40	0.01	0.02
Tubería 59	24.53	25.40	0.02	0.04
Tubería 60	66.86	25.40	0.02	0.04
Tubería 61	50.24	25.40	0.67	1.32
Tubería 62	73.63	25.40	0.67	1.32
Tubería 63	47.99	25.40	0.67	1.32
Tubería 64	109.53	25.40	0.67	1.32

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería 67	52.83	25.40	0.67	1.32
Tubería 68	41.28	25.40	0.02	0.04
Tubería 69	60.15	25.40	0.02	0.04
Tubería 70	35.00	25.40	0.65	1.28
Tubería 71	26.54	25.40	0.65	1.28
Tubería 72	84.00	25.40	0.05	0.09
Tubería 73	41.16	25.40	0.05	0.09
Tubería 74	63.88	25.40	0.05	0.09
Tubería 75	105.82	25.40	0.05	0.09
Tubería 76	111.76	25.40	0.05	0.09
Tubería 77	94.55	25.40	0.05	0.09
Tubería 78	61.93	25.40	0.20	0.40
Tubería 79	146.36	25.40	0.20	0.40
Tubería 80	76.08	25.40	0.20	0.40
Tubería 81	108.31	25.40	0.20	0.40
Tubería 82	55.59	25.40	0.20	0.40
Tubería 83	55.80	25.40	0.20	0.40
Tubería 84	9.84	25.40	0.20	0.40
Tubería 85	30.12	25.40	0.09	0.18
Tubería 86	61.54	25.40	0.09	0.18
Tubería 87	74.08	25.40	0.09	0.18
Tubería 88	13.60	25.40	0.11	0.22
Tubería 89	47.84	25.40	0.11	0.22
Tubería 90	68.12	25.40	0.11	0.22
Tubería 91	50.71	25.40	0.11	0.22
Tubería 92	27.15	25.40	0.11	0.22
Tubería 93	49.44	25.40	0.11	0.22
Tubería 94	40.40	25.40	0.11	0.22
Tubería 95	64.30	25.40	0.11	0.22
Tubería 96	8.66	25.40	0.11	0.22

Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería 99	52.63	25.40	0.11	0.22
Tubería 100	124.95	25.40	0.11	0.22
Tubería 101	73.79	25.40	0.11	0.22
Tubería 102	80.03	25.40	0.11	0.22
Tubería 103	104.81	25.40	0.11	0.22
Tubería 104	111.66	25.40	0.11	0.22
Tubería 105	65.63	25.40	0.11	0.22

Fuente: Análisis de EPANET

## Anexo 8 Especificaciones técnicas de materiales y equipos

### **1 Especificaciones técnicas de materiales y equipos**

#### **a) Equipo de bombeo**

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal (l/s).

CTD (pies).

Potencia del motor (hp).

Los tazones deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto.

Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba.

Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con la curva de operación.

#### **Columna**

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 2" debe ser de hierro galvanizado. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

#### **Cable de alimentación**

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.

#### **Plato soporte de descarga**

El soporte de descarga requerido es un plato de 12" de diámetro exterior y un espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

### **2 Tubería**

#### **a) Excavación**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a



mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1 metro sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos o lo que indique el supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a  $\frac{1}{4}$  del diámetro interior del tubo.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá hasta una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta la subrasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

### **3 Instalación de tubería y accesorios**

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y de acuerdo a lo indicado en los planos o designados por el supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

### **4 Instalación de válvulas y accesorios**

Se instalarán las válvulas de compuerta conforme a los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje

de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las tapas de los tubos de protección de válvulas se instalarán a ras con la superficie del terreno; las cuales serán construidas en el sitio con la proporción 1:4 una de cemento y cuatro de arena con varillas de ¼ de pulgadas.

### **5 Encofrado y arriostramiento**

Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja.

### **6 Remoción de agua**

Se utilizará bomba o cualquier otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas antes de colocar materiales en ella misma. El constructor deberá disponer del agua, de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

### **7 Relleno y compactación**

Salvo que el ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática.

Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del supervisor, el constructor obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras y calles debe ser desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante, se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 metros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 metros, serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

## **8 Colocación y disposición de materiales excavados**

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas.

El ingeniero podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 m. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobra aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para material, estos deberán ser removidos del sitio de la obra a un lugar adecuado, señalado por el ingeniero a cargo de la obra.

## **9 Prueba hidrostática**

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja, el contratista someterá a prueba, secciones de tubería que no exceda 300 metros de longitud salvo que el supervisor oriente probar secciones más largas. En casos especiales aprobado por el supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menor de 160 libras por pulgada cuadrada y se mantendrá esta presión durante no menos de una hora. El constructor instalará los bloques de empuje temporales, tapones, y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba, aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y los que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame, El contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables.

La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas.

## Pérdida de agua en la tubería

Diámetro de tubería (pulgadas)	Máximas fugas permisibles (galones/hora/100 juntas)
2 y menos	0.8
3	1.2
6	2.3
6	2.3

### **10 Desinfección**

Después del ensayo de la tubería se procederá a la desinfección la cual se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro residual después de 24 horas. El contratista deberá suministrar todo aparato, equipo y cloro necesario, para efectuar la desinfección de la tubería, además de los tubos y equipos que sean necesarios para remover el agua durante el baldeo de la tubería.

### **11 Bloques de reacción**

Los bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designado en los planos en accesorios como tee, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de éstos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

### **12 Restauración de la superficie**

El contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida por él, durante la ejecución de la obra.

### **13 Cruce de cauce**

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

### **14 Instalación de conexiones domiciliarias**

El ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

### **a) Excavación**

El trazado de las conexiones será a 90 grado respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud; el ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

### **b) Instalación de tubería**

La perforación de tubería de servicio de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 90 grados respecto al eje vertical. Antes de colocar la silleta o abrazadera, el tubo debe limpiarse con un cepillo hasta dejar la superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente al accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben apretarse uniformemente y los suficiente para proveer una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura a la tubería. Después de efectuada la perforación, al agujero debe introducirse un punzón para remover las virutas de material que pueda haber quedado. El detalle de la conexión domiciliar de agua potable aparece en planos.

## **15 Caseta de controles eléctricos y cloración**

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado en las paredes indicadas en los planos: cerramientos de paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

### **Materiales**

Zinc calibre 26.

Bloque.

Cemento.

Varilla corrugada 3/8" y lisa 1/4".

Otros.

El cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A-615 de grado 40, con límite de fluencia  $F_y = 40000$  psi.

Antes de su colocación, el acero se limpiará de toda suciedad u óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándose a los detalles que aparecen en los planos.

#### **16 Movimiento de tierra**

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno. Se removerán del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El contratista tomará todas las medidas necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

En las fundaciones excavar hasta las profundidades necesarias, nivelar y limpiar todo el material suelto.

Excavar el material inadecuado debajo de las estructuras según lo especifique el ingeniero y rellenar con material adecuado escogido del sitio, compactar y rellenar a un 90 % Proctor Standard en capas que no excedan 10 centímetros.

#### **17 Construcción de tanque de concreto ciclópeo sobre suelo**

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

### **a) Concreto reforzado**

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3000 libras por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas **613-54 del ACI**. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del ingeniero.

### **b) Concreto ciclópeo**

Se empleará concreto ciclópeo que consistirá de un **60%** de concreto clase "C" (140 Kg/cm<sup>2</sup>) y un **40%** de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla.

Se usará piedra que sea manejable por un hombre y deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos 30 cm de concreto, y ninguna podrá quedar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni menos de 20 cm de un coronamiento (**Nic 80 / Sección 602.11.11**).

Concreto clase "C", este concreto tendrá una resistencia característica mínima a la compresión de 140 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; proporción 1:3:4.

Las piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o material fácilmente disgregable.

La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no haya espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.

### **c) Materiales**

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo I, sujeto a las especificaciones **ASTM C-150-69**. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones **ASSHTO-R92-93 y ASTM -C-33-92**. En caso de usarse arena

de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones **ASTM-C-33-6IT**.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuarto (3/4) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación **ASTM A-305** con un límite de fluencia de 40,000lbs por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones **ASTM A-615-68**, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

#### **d) Almacenamiento de materiales**

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.



### **e) Colocación del acero de refuerzo**

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.

### **f) Dosificación y mezcla**

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobados por el ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de

agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

#### **g) Colocación del concreto**

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

#### **h) Curado del concreto**

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

#### **g) Excavación**

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles.

El contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagara el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e

inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontraran filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progresa, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

## **h) Limpieza**

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

## **18 Partes a ser construidas de concreto**

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

### **a) Curado del concreto**

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

### **Remoción de formaletas y obras falsas**

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

### **b) Acabado de superficies expuestas**

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el ingeniero sin costo adicional para el dueño.

### **c) Trabajos defectuosos**

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formaleteado cuyos defectos a criterio del ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que ello represente costo adicional para el contratista por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

### **d) Pruebas**

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejará lleno el tanque por 72 horas más no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para el contratista.

### **e) Acabado interno de paredes**

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el artículo de "Pintura".

**f) Escalera interior**

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de esparcimiento entre peldaños de 0.40 metros.

**g) Boca de inspección**

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

**h) Respiradero**

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

**i) Tubería de entrada, salida y limpieza**

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

**j) Rebosadero**

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

**k) Pintura**

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN WILLIAMS, C&M o según especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable.