



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

**Monografía**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD HIDROLÓGICA DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE DE LA COMUNIDAD DE KASMITINGNE, MUNICIPIO DE EL  
TORTUGUERO, REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE SUR (RACCS).**

Para optar al título de ingeniero agrícola

**Elaborado por**

Br. Francisco Armando Mayorga Pérez

Br. Delvin Eliezer Pérez Gómez

**Tutor**

Ing. Manuel González Murillo

Managua, noviembre 2018.



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

Managua, 29 de octubre de 2018

**Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba**

Decano de la F.T.C.

Su despacho.

Estimado Dr. Gutiérrez:

Tengo el agrado de informarle que he concluido la tutoría del trabajo monográfico titulado: **"ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD HIDROLÓGICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE KASMITINGNE, MUNICIPIO DEL TORTUGUERO, REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE SUR (RACCS)"**, el cual fue debidamente revisado por el suscrito y considero que presenta los requisitos legalmente establecidos en la normativa de la UNI para ser sometida a la defensa, a fin que los bachilleres. Br. Francisco Armando Mayorga Pérez y Br. Delvin Eliezer Pérez Gómez.

La presente monografía ha completado los objetivos planteados en el protocolo, existiendo correspondencia metodológica y técnica; durante el desarrollo del estudio los sustentantes mostraron independencia e iniciativa para la realización del mismo. Con lo cual considero que el documento reúne los requisitos para ser defendido ante los miembros del tribunal examinador que usted tenga a bien nombrar.

Sin más que agregar por el momento, aprovecho la ocasión para expresarle mis muestras de consideración y aprecio.

Atentamente,

Ing. Manuel González Murillo

Tutor

Cc:/- Sustentante

- Archivo cronológico



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**  
**DECANATURA**

**DEC-FTC-REF-No.091**  
Managua, Agosto 27 del 2018

Bachilleres  
**FRANCISCO ARMANDO MAYORGA PÉREZ**  
**DELVIN ELIEZER PÉREZ GÓMEZ**  
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD HIDROLÓGICA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE KASMITINGNE DEL MUNICIPIO EL TORTUGERO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE SUR (RACCS)". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

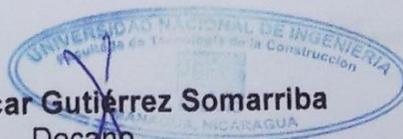
Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el Ing. **Manuel De Jesús González Murillo**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **27 de Febrero del 2019**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano



CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
IJGG\*Dara

## *Dedicatoria*

A *Dios nuestro Señor* por ser el dador de nuestra vida de cada día, su misericordia que se renueva todos los días, y me dio la salud, la inteligencia, su guía y la capacidad para concluir esta monografía.

A mi madre Ing. Claudia del Carmen Pérez Orozco por ser mi apoyo incondicional en mi vida. Por su amor, ayuda y confianza en mí. Quien no me dejó caer ante las dificultades materiales y fueron sus motivaciones quienes me ayudaron a terminar mi monografía, a mi tío Armando Pascual Pérez Orozco, quien estuvo conmigo dando su mano amiga en los momentos más difíciles de mi vida y a mi abuelos maternos Armando Pérez Quant y Cándida Rosa Orozco Castiblanco quien me alentaron y me dieron su amor incondicional en mi vida.

A *cada uno de mis maestros* por ser una inspiración en mi vida, por compartir sus conocimientos y experiencias de campo de la carrera y poder ejercerlas con paciencia, tolerancia y siempre tener el tiempo para cualquier consejo profesional.

A *mis amistades de gran confianza*, gracias por su apoyo, sus ánimos y oraciones en cada lucha y desafíos que pude vencer gracias al acuerdo de todos en oración para mover la mano de Dios.

*Francisco Armando Mayorga Pérez*

## *Dedicatoria*

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo a cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres: Lucio Pérez Cárdenas y Cándida Rosa Gómez, por sus sabios consejos y con su espíritu alentador. Siempre han estado apoyándome en los momentos más difíciles de mi formación profesional y de manera personal. También agradezco a mis hermanos Ariel Pérez y Johana Pérez, que de alguna u otra forma han estado dándome su apoyo incondicional. Ellos han contribuido a lograr mis metas y objetivos propuestos.

*Delvín Eliezer Pérez Gómez*

# *Agradecimientos*

Le agradezco especialmente a nuestro tutor *Msc. Ing. Manuel de Jesús González Murillo* (Catedrático UNI), por su apoyo incondicional, siendo mi guía hasta el final de este arduo trabajo.

A todas aquellas personas, Programas de la Universidad Nacional de Ingeniería e Instituciones del Estado que nos ayudaron con sus conocimientos científicos y

Técnicos calificados para la realización de este proyecto.

A todos los Catedráticos de la UNI por brindarme sus conocimientos, paciencia y comprensión durante toda la carrera, para formarnos como profesionales con valores al servicio de nuestro país.

Al Ing. Henry González por ser un gran amigo y darme su apoyo en el trayecto de mi formación académica y al Ing. Rosario Sotelo por seguirme impulsando en mi deseo de seguir aprendiendo e investigando.

*Francisco Armando Mayorga Pérez*

# *Agradecimientos*

Mi gratitud, principalmente está dirigida al Dios Todopoderoso por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería, que me brindó la oportunidad, para realizar mis estudios y formarme como profesional y el cual siempre recibí el apoyado solicitado.

Ing. Manuel González Murillo, profesor titular de la universidad y tutor de mi monografía, gracias Ing. González por tu valiosa ayuda. Definitivamente me diste muchos consejos muy profesionales y sobre todo, por todas las orientaciones en todo momento en la realización de este estudio, que enmarca uno de los escalones hacia el futuro en donde sea participe en el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje

Finalmente, a todas aquellos, Maestros y amigos, que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitario.

“Señor que tanto me has dado, sé misericordioso y concédeme algo más: un corazón agradecido “-Apóstol Pablo

*Delvín Eliezer Pérez Gome*

## INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1 GENERALIDADES.....	1
I.1 INTRODUCCIÓN .....	1
I.2 ANTECEDENTES.....	2
I.3 JUSTIFICACION .....	3
I.4 OBJETIVO .....	4
I.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
I.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
CAPITULO 2: MARCO TEORICO .....	5
II.5 Normas INAA.....	5
II.5.1 Censo poblacional.....	5
II.5.2 Fuentes de abastecimiento .....	5
II.5.3 Tipos de fuentes.....	6
II.5.3.1 Aguas atmosféricas .....	6
II.5.3.2 Aguas superficiales.....	6
II.5.3.3 Aguas sub-superficiales.....	7
II.5.3.4 Aguas subterráneas.....	7
II.5.4 Caudal ecológico.....	7
II.5.5 Calidad del agua .....	8
II.5.6 Almacenamiento.....	8
II.5.7 Línea de succión .....	9
II.5.8 Línea de conducción .....	10
II.5.9 Línea de distribución .....	10
II.5.10 Tipos de redes .....	11

II.5.11	Cobertura y localización de tubería .....	12
II.5.12	Válvulas.....	12
II.5.12.1	Válvula de compuerta .....	12
II.5.12.2	Válvula de globo.....	12
II.5.12.3	Válvula de limpieza .....	13
II.5.12.4	Válvulas de admisión y expulsión de aire.....	13
II.5.12.5	Válvulas de retención o de Check .....	13
II.5.12.6	Válvulas de alivio contra el golpe de ariete .....	14
II.5.12.7	Válvulas Reductoras de Presión.....	14
II.5.13	Codo.....	14
II.5.14	Tee .....	14
II.5.15	Ye .....	15
II.5.16	Reducciones .....	15
II.5.17	Cámara o caja rompe presión.....	15
II.5.18	Carga hidráulica disponible.....	15
II.5.19	Sobrepresión o depresión.....	15
II.5.20	Anclajes.....	16
II.5.21	Software de computadoras .....	16
II.5.21.1	AutoCAD civil 3D.....	16
II.5.21.2	EPANET.....	16
II.5.21.3	Global Mapper.....	17
CAPITULO 3: DISEÑO METODOLOGICO .....		18
III.1	CARACTERISTICA DEL SITIO DE ESTUDIO.....	18
III.2	Levantamiento topográfico.....	19
III.2.1	Métodos planimétricos .....	19

III.2.2	Métodos altimétricos .....	21
III.3	Proyección poblacional .....	21
III.3.1	Método aritmético .....	22
III.3.2	Método geométrico.....	22
III.4	Parámetros de diseño .....	22
III.4.1	Periodo de diseño .....	22
III.4.2	Dotación y demanda de agua para consumo .....	24
III.4.2.1	Factores de máximas demandas.....	25
III.4.2.2	Demanda del máximo día .....	25
III.4.2.3	Demanda máximo hora.....	25
III.4.3	Pérdidas de carga en el sistema.....	25
III.4.4	Coeficiente de Rugosidad (C) .....	26
III.4.5	Velocidad permisible .....	26
III.4.6	Presiones mínimas y máximas .....	26
III.4.7	Diámetro mínimo. ....	27
III.4.8	Cobertura sobre tuberías .....	27
III.4.8.1	Calidad del agua .....	27
III.4.9	Desinfección .....	28
III.4.10	Parámetros que influyen en la eficiencia de la desinfección.....	29
III.4.11	Tanque de almacenamiento .....	29
III.4.12	Dimensiones del tanque .....	29
III.4.13	Nivel de Rebose del Tanque .....	30
III.4.14	Conexiones domiciliarias .....	30
Capítulo IV:	PRESENTACION DE LOS RESULTADOS .....	31
IV.1	Estudio Socioeconómico .....	31

IV.1.1	Descripción de la estructura familiar.....	31
IV.1.2	Composición familiar.....	32
IV.1.3	Educación .....	32
IV.1.4	Situación del recurso agua en la zona.....	33
IV.1.5	Situación económica de la población .....	33
IV.1.6	Situación actual de salud de la zona .....	35
IV.1.7	Otros servicios básicos en el territorio.....	36
IV.1.8	Situación de saneamiento comunitario.....	36
IV.1.9	Higiene de la población.....	37
IV.1.10	Participación en organizaciones comunitarias .....	37
IV.2	Proyección de Estudio.....	38
IV.2.1	Proyección poblacional.....	38
IV.2.2	Proyección Consumo poblacional .....	38
IV.3	Levantamiento Topográfico.....	39
IV.4	Estudio Hidrológico.....	40
IV.4.1	Característica de la cuenca .....	41
IV.4.1.1	Clima .....	41
IV.4.1.2	Precipitación.....	41
IV.4.1.3	Temperatura.....	43
IV.4.1.4	Geomorfología .....	43
IV.4.1.5	Geología.....	44
IV.4.1.6	Suelos .....	44
IV.5	Cálculos y Diseño Hidráulico del proyecto.....	45
IV.5.1	Calculo Proyección y Consumo Poblacional. ....	45
IV.5.2	Factor de Máximas Demanda.....	46

IV.5.3	Calculo de Volumen de Almacenamiento.....	49
IV.5.4	Cálculo geométrico para el almacenamiento. ....	51
IV.5.5	Cálculo Hidráulico .....	52
IV.5.5.1	Calculo de caudal de estiaje-fuente TKF-12 .....	52
IV.5.6	Calidad del agua fuente TKF-12.....	53
IV.5.6.1	Calculo de caudal de diseño.....	55
IV.5.6.2	Diseño de captación. ....	55
IV.5.7	Calculo para el bombeo .....	56
IV.5.7.1	Modelación hidráulica por el Software EPANET .....	62
IV.5.8	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	67
IV.5.9	NIVEL DE SERVICIO .....	67
CONCLUSIONES.....		68
RECOMENDACIONES .....		70
BIBLIOGRAFÍA .....		71
ANEXOS		

### **INDICE DE ILUSTRACIÓN**

Ilustración 1	geolocalización del estudio.....	19
Ilustración 2	comunidad kasmitingne .....	40
Ilustración 3	tanque de almacenamiento .....	51
Ilustración 4	mapa conceptual kasmitingne .....	52
Ilustración 5	diagrama de bombeo.....	58
Ilustración 6	modelación del sistema en epanet.....	62
Ilustración 7	levantamiento topográfico .....	III
Ilustración 8	resultado de muestra de calidad de agua .....	IX

## ÍNDICE DE GRAFICO

Gráfico 1 distribución educacional .....	33
Grafico 2 distribución poblacional según la población.....	34
Grafico 3 enfermedades padecidas en la población.....	36
Gráfico 4 densidad poblacional vs caudal máximo hora .....	48

## INDICE DE TABLA

Tabla 1 periodo de diseño nton 09-003-99.....	23
Tabla 2 dotación poblacional nton 09-003-99.....	24
Tabla 3 dotación poblacional, industrial y publica nton 09-003-99.....	24
Tabla 4 coeficiente de rugosidad .....	26
Tabla 5 parámetros de calidad del agua.....	28
Tabla 6 parámetros desinfección .....	29
Tabla 7 distribución poblacional por edades.....	31
Tabla 8 distribución estudiantil por modalidad.....	32
Tabla 9 rango de ingresos poblacional .....	35
Tabla 10 precipitaciones anuales y periodos de observaciones de las estaciones observadas taccn y raccs .....	42
Tabla 11 precipitación promedio mensual .....	42
Tabla 12 resumen de calculo proyección y consumo poblacional .....	47
Tabla 13 resumen de calculo volumen de almacenamiento por año .....	50
Tabla 14 tabla de longitudes equivalentes.....	57
Tabla 15 presiones en el sistema- modelación epanet .....	63
Tabla 16 parámetros bacteriológico.....	IV
Tabla 17 parámetros organolépticos .....	IV
Tabla 18 parámetros fisicoquímicos .....	V
Tabla 19 parámetros para sustancias no deseadas.....	V
Tabla 20 parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.....	VI
Tabla 21 parámetros para sustancias orgánicos de significado para la salud excepto para plaguicidas .....	VI
Tabla 22 parámetros para plaguicidas.....	VII
Tabla 23 parámetros para desinfección y subproductos de la desinfección .....	VIII

## **CAPITULO 1 GENERALIDADES**

### **I.1 INTRODUCCIÓN**

Nicaragua es un país rico en recursos hídrico lo cual produce 38,668 m<sup>3</sup>/per cápita/año, esto nos posiciona por encima del promedio de los demás países centroamericano. A pesar de ello, la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos ha tenido un gran impacto en la disponibilidad. Es por ello que se considera a Nicaragua tiene escasez económica de agua.

La propuesta de proyecto a desarrollar se ubica en la comunidad Kasmitingne, perteneciente al municipio el Tortuguero de la región autónoma de la costa del caribe sur (RACCS), cuenta con índice poblacional de 287 personas, el desarrollo económico de la zona está basado en la pesca y el comercio; además de tener una cultura propia de la zona.

Con respecto a la situación actual de la comunidad, por lo cual surge la propuesta de proyecto, esta no posee un sistema de agua potable que garantice a la población el vital líquido, debido a la falta de un sistema, los habitantes han optado al uso de pozos privados para autoabastecerse; no obstante, estos no cumplen con los requisito en calidad que demanda la normativa reglamentaria NTON-09-003-99, por consecuencia los habitantes están susceptible a enfermedades, por el consumo de bacterias alojada en el agua consumida, poniendo en riesgo la vida de lo mismo.

Bajo esta problemática actual que tiene la comunidad se pretende dar solución mediante la propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable, la cual estará conformada por el sistema de bombeo, un tanque, línea de conducción, línea de distribución.

## **I.2 ANTECEDENTES**

La comunidad Kasmitingne, pertenece al municipio El Tortuguero de la región autónoma de la costa caribe (RACCS), esta se encuentra ubicada con coordenadas 0764973E, 140382N utilizando el sistema WGS84, la cual está conformada por 287 personas, de acuerdo al último censo que se levantó en la zona en el año 2016.

Actualmente la Comunidad de Kasmitigni no tiene sistema de agua potable, cuenta con 9 pozos privados los cuales abastecen a una parte de la comunidad y por otra parte existe población que consume agua de un manantial cercano al poblado el cual queda expuesto a la contaminación.

Estas fuentes de abastecimiento no cuentan con estudio previo físico-químico que garantice que son aptas para el consumo humano.

Pobladores de la zona han identificado una fuente de agua que pudiera cumplir con los requisitos de demanda de la zona esta posee una elevación de 90 msnm, cuyo caudal de estiaje es de 1.89 lt/seg. La cual se tomará en cuenta si puede satisfacer la demanda hídrica de la población al final de los cálculos y de la información físico-química que se le realice.

### **I.3 JUSTIFICACION**

Actualmente la comunidad Kasmitingne no cuenta con el servicio básico de agua potable, por lo cual los pobladores tienen que caminar grandes distancias para poder adquirir el vital líquido, provocando desgaste físicos e inversión de tiempo en la adquisición de dicho recurso.

Partiendo de las necesidades precarias y las características que presenta la comunidad y analizando el aprovechamiento de la disponibilidad del recurso, se pretende la realización del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable desde la extracción hasta el diseño de la red domiciliar en la comunidad Kasmitingne, municipio de El Tortuguero con el único fin de suplir a la población con el vital líquido, y gocen así del derecho de tener agua potable en sus casas.

Sabiendo que la principal causa de la proliferación de enfermedades de tipo hídrico por los virus, bacterias y otros agentes biológicos que contienen las heces fecales (excretas), causado por la contaminación del agua, por motivos de prevención a ese tipo de problemas es indispensable conocer la calidad del agua para lograr la potabilización del vital líquido.

## **I.4 OBJETIVO**

### **I.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Realizar un estudio de prefactibilidad hidrológica del sistema de agua potable de la comunidad de Kasmitingne, municipio de El Tortuguero, región autónoma de la costa caribe sur (RACCS).

### **I.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ❖ Realizar el estudio socioeconómico actual de la zona.
- ❖ Realizar el levantamiento y trazado topográfico del poblado.
- ❖ Diseñar la línea de conducción y distribución del sistema de abastecimiento.
- ❖ Proponer el tanque de abastecimiento y el sistema de bombeo a utilizar.

## **CAPITULO 2: MARCO TEORICO**

### **II.5 Normas INAA**

El instituto nicaragüense de acueducto y alcantarillado como ente regulador establece en sus normativas obligatoria los parámetros a seguir en el diseño de abastecimiento de agua potable bajo la NTON-09-003-99.

#### **II.5.1 Censo poblacional**

Es el conteo y caracterización de todas las viviendas y habitantes del territorio nacional en un momento determinado. Permite obtener la información necesaria para el diseño e implementación de las políticas públicas, las proyecciones de población y las muestras necesarias para la construcción de indicadores fundamentales del país.

#### **II.5.2 Fuentes de abastecimiento**

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la comunidad para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población. De acuerdo a la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuente: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas.

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir.

Para el abastecimiento por aguas superficiales se deberá obtener la siguiente información:

1. **Hidráulicos.** Caudales máximos y mínimos de los ríos, así como niveles de agua en el cauce del río, en el lago o laguna de estudio.
2. **Estudio de suelo,** para conocer los coeficientes de permeabilidad y el tipo de cultivo, que se siembre en la zona.
3. **Estudios Hidrológicos.** Investigación de datos básicos de precipitación, evaporación, infiltración, etc.

### **II.5.3 Tipos de fuentes**

#### **II.5.3.1 Aguas atmosféricas**

Son las aguas de lluvias, estas están menos expuestas a la contaminación con bacterias y parásitos, pero no constituyen fuente de aprovechamiento constante, pues deben colectarse en épocas de lluvias y almacenarse durante el verano.

#### **II.5.3.2 Aguas superficiales**

Corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos y lagunas). Proviene en gran parte y pueden recibir de manantiales, están sometidas a la acción del calor,

la luz y pueden ser contaminadas por el vertedero de afluentes cargados de sustancias orgánicas. Las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable.

### **II.5.3.3 Aguas sub-superficiales**

Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

### **II.5.3.4 Aguas subterráneas**

Son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato permeable.

### **II.5.4 Caudal ecológico**

Se refiere a caudal ecológico como el flujo de agua mínima necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce, tales como:

- Los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna,
- Las funciones ambientales como dilución de poluentes,
- La amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos,
- La preservación del paisaje.

También se hace referencia al caudal mínimo que debe mantenerse en un curso de agua al construir una presa, una captación, o una derivación, de forma que no se alteren las condiciones naturales del biotopo y se garantice el desarrollo de una vida natural igual a la que existía anteriormente.

### **II.5.5 Calidad del agua**

Calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra los cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

Las normas utilizadas en Nicaragua es una adaptación de las “Norma de Calidad del Agua para el Consumo Humano”, editadas por CAPRE en septiembre de 1993 y revisada en marzo de 1994 y la “National Primary Drinking Water Standards” editada por U.S Environmental Protection Agency (US. EPA) en febrero de 1994,

### **II.5.6 Almacenamiento**

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo, incendios, y variaciones de consumo.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente. Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

1. Tanques apoyados en el suelo.
2. Tanques elevados.

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución y acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes: Volumen Compensador y volumen de reserva. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

### **II.5.7 Línea de succión**

Red que parte de la fuente de alimentación y conecta con la bomba, para su posterior impulsión al almacenamiento.

La línea de succión debe llegar hasta la succión de la bomba evitando codos o tees horizontales. Si el diámetro de la tubería de succión es mayor que el de la admisión de la bomba, deberá conectarse por medio de una reducción excéntrica con su parte superior horizontal.

En caso de usar múltiple bomba se deberá proporcionar una línea de succión separada para cada bomba. Si esto no es posible, y se utiliza un múltiple de succión,

las derivaciones se harán por medio de yees. El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial inmediatamente superior.

### **II.5.8 Línea de conducción**

Es el conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de almacenamiento, dependiendo de la configuración del sistema de agua potable, desde donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

Las obras destinadas al transporte de agua potable reciben el nombre de conducción, y es posible clasificarla de acuerdo a la forma hidráulica de trasportarla, la cual puede ser:

#### **1. Gravedad**

Mediante canales a superficie libre, o por medio de conductos cerrados a presión. La conducción puede realizarse por gravedad si las condiciones topográficas lo permiten.

#### **2. Bombeo**

Mediante conducciones a presión impulsados por equipos de bombeo.

### **II.5.9 Línea de distribución**

Una línea de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones y tuberías que parte desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

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

Naturalmente todos estos componentes tienen unos antecedentes a la red de distribución, por lo que los parámetros iniciales vienen prefijados. Por tanto, debemos crear es una red de distribución que altere lo menos posible las características de los componentes, minimizando la variación de satisfacción de las necesidades de los clientes.

### **II.5.10 Tipos de redes**

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

#### **1. Ramificados**

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red es usada cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

#### **2. Tipos mallados**

Son aquellas redes construidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara siempre de lograrse mediante interconexiones de tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente

El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.

### **II.5.11 Cobertura y localización de tubería**

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 m sobre las coronas de las tuberías, y en caminos de pocos tráficos vehiculares, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo, según la Norma propiciada por INAA.

### **II.5.12 Válvulas**

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Existen una variedad de válvulas que se colocan en la línea de conducción, cada una tiene una función específica:

#### **II.5.12.1 Válvula de compuerta**

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

#### **II.5.12.2 Válvula de globo**

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

### **II.5.12.3 Válvula de limpieza**

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

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

### **II.5.12.4 Válvulas de admisión y expulsión de aire**

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

### **II.5.12.5 Válvulas de retención o de Check**

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

### **II.5.12.6 Válvulas de alivio contra el golpe de ariete**

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

### **II.5.12.7 Válvulas Reductoras de Presión**

Las válvulas reductoras o reguladoras fijan la presión aguas abajo al valor deseado por el usuario. Una vez fijada esta presión de salida, se mantiene constante independientemente de las variaciones de caudal y de la presión aguas arriba. Asimismo, cuando el consumo es nulo, la válvula se cierra para mantener esa presión de salida regulada. Si es necesario, el usuario puede cambiar el valor de la presión actuando sobre el tornillo de regulación. No todas las válvulas reductoras de presión del mercado ofrecen esta posibilidad.

Es aconsejable la instalación de un colador para retener los sólidos, como piedras entre otras y así evitar que se dañen u obstruyan las partes internas de la válvula reductora de presión, u otras válvulas, o queden encajados en codos.

### **II.5.13 Codo**

Pieza de accesorio utilizada para cambiar la dirección del trayecto de agua potable a 90°, siendo que en este tipo de acople no existen ángulos inferiores ni superiores, por lo cual se debe prever realizar el diseño isométrico de manera ortogonal y perpendicular.

### **II.5.14 Tee**

Esta pieza es utilizada para bifurcar el sistema, ya que por el ingreso de una sola tubería se podrán derivar 2 puntos de instalación, siendo una pieza muy importante, ya que, al ingresar una sola tubería de la matriz, este accesorio lograra crear

muchos puntos de toma de agua potable por su colocación de manera consecutiva según el diseño isométrico realizado por la ingeniería sanitaria.

#### **II.5.15 Ye**

Es la pieza encargada de cambiar de ángulo a la instalación de agua potable, al presentarse en pocos casos netamente eventuales ángulos menores a 90 grados, sirviendo también como un accesorio que bifurca la conexión de agua potable.

#### **II.5.16 Reducciones**

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

#### **II.5.17 Cámara o caja rompe presión**

Cuando las diferencias de nivel son excesivas, estas cajas se usan para reducir la presión dentro de la tubería y evitar su colapso.

#### **II.5.18 Carga hidráulica disponible**

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

#### **II.5.19 Sobrepresión o depresión**

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

## **II.5.20 Anclajes**

Son soportes de concreto para garantizar la inamovilidad de la línea. Se requiere en los siguientes casos:

- Apoyo de tuberías expuestas a la intemperie.
- Cambios de direcciones verticales y horizontales.
- Lugares de disminución de diámetro

## **II.5.21 Software de computadoras**

Se utilizará programa computacional para la lectura, interpretación y análisis de los datos recolectado tales como los de censo, topografía así también para la ejecución de los análisis hidráulico y modelación de lo mismo.

### **II.5.21.1 AutoCAD civil 3D**

AutoCAD Civil 3D es una herramienta de cálculo y diseño para el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico, replanteo de información, solución BIM (Modelado de Información de Edificaciones) para ingeniería civil, etc.

En el caso particular del proyecto se utilizará para la modelación topográfica de la zona así también para la extracción de los perfiles donde estarán ubicada la red de distribución, con ello también todos aquellos diseños que sean necesario realizar para las distintas obras planteadas.

### **II.5.21.2 EPANET**

Epanet es un software libre, desarrollado por la empresa EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), que realiza simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión.

Está diseñado para el uso con sistemas de distribución de agua potable, aunque en general puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

epanet permite seguir la evolución del flujo del agua en las conducciones, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un periodo prolongado de simulación. Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación.

Se trata de una herramienta de investigación que mejora nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas. El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Adicionalmente, EPANET permite el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes (depósitos y embalses), hasta los nodos del sistema.

Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tuberías, nodos, depósitos, embalses y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

### **II.5.21.3 Global Mapper**

Global Mapper es un software que combina una gama completa de herramientas de tratamiento de datos espaciales, Su interfaz permite realizar y modelar mapas geo localizado, con acceso a una variedad sin precedentes de formatos de datos. Desarrollado tanto para profesionales SIG (sistemas de información geográfica, GIS en inglés) como para los que se inician.

## **CAPITULO 3: DISEÑO METODOLOGICO**

Es necesario tomar en consideración una serie de elementos, que permitan mediante estudios, métodos, y criterios especializados para lograr un diseño eficaz que satisfaga de manera efectiva y sustentable la necesidad que se tiene del servicio del agua, proporcionándolo en forma ininterrumpida, en cantidad y con la calidad apropiada.

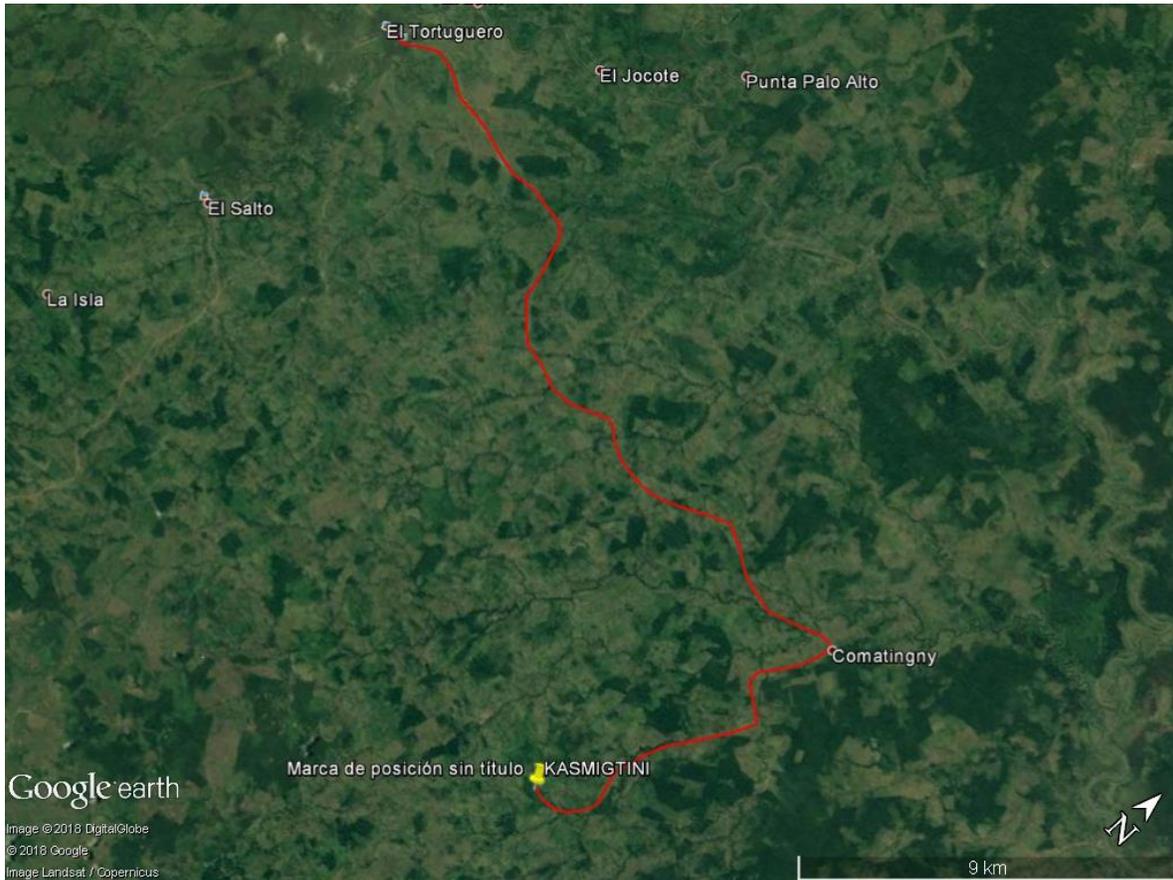
El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), como Ente Regulador del Sector Agua y Saneamiento, tiene dentro de sus funciones la elaboración de normas para el buen desarrollo y funcionamiento de los sistemas actuales y futuros dentro del sector; por lo tanto, se emplearán normativas para el desarrollo del diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua.

### **III.1 CARACTERISTICA DEL SITIO DE ESTUDIO**

La comunidad de Kasmitingne, pertenece al municipio del Tortuguero de la región autónoma de la costa caribe (RACCS), cuenta con una densidad poblacional según censo del 2016 de 287 personas, su principal ingreso económico está basado en la agricultura y el comercio, esta comunidad cuenta con una diversificación fauna y flora propia de zona.

Ubicada en las coordenadas Latitud 12°43'58.08" y Longitud 84°04'19.20", se encuentra a 30 km del municipio Tortuguero, con un tiempo en vehículo aproximado de 1 hora.

## Ilustración 1 Geolocalización del estudio.



Fuente: Propia

### III.2 Levantamiento topográfico

Se realizará un levantamiento in situ para la determinación de los niveles que posea el terreno, con ello se podrá recopilar la información necesaria para la ubicación de los elementos del sistema tales como sería: predio que se dará al tanque, así también para la línea de conducción y la red de distribución, todo esto siguiendo los criterios que exige el INAA en su normativa.

#### III.2.1 Métodos planimétricos

Tienen por objeto estudiar las normas y procedimientos para efectuar la planimetría de un terreno; se basan en la medida de ángulos (acimutales) y distancias en horizontal.

En planimetría los métodos son:

- a. **Radiación:** permite relacionar todos los puntos del terreno con un punto de coordenadas conocidas.
- b. **Poligonal o itinerario:** Permite relacionar puntos de estación o itinerario.
- c. **Triangulación:** Permite relacionar puntos a mayores distancias.
- d. **Redes:** Primero se hace una red de triángulos no muy grandes donde se tienen una serie de vértices (red de triangulación o trigonométrica), después se hace una segunda red que marcaría la poligonal (red topográfica o de poligonación) y finalmente una tercera red que sirve para tomar los datos (red de relleno). Así se consiguen los errores mínimos y se aproximan las coordenadas a la forma de trabajo haciendo una triangulación con menor número de errores y con las menos estaciones posibles.

Si se quiere levantar un plano de una amplia zona con la red trigonométrica, se fijan unos puntos y se calculan sus coordenadas en forma de triángulos.

Se miden todos los ángulos de los triángulos y con un lado se tendrán todos los datos, es decir con métodos angulares y una medida se podrá dar valores XY a todos los demás triángulos.

Los triángulos tienen lados grandes ya que sirven para cubrir la mayor parte del terreno. El problema es que habrá mayor error cuanto mayor sea el número de triángulos.

La red topográfica se observa con los métodos de poligonal. Una vez conocidas las coordenadas de los vértices de los triángulos se formarán polígonos en la zona teniendo los puntos con sus coordenadas XY.

### III.2.2 Métodos altimétricos

La altimetría tiene por objeto estudiar cotas, altitudes y desniveles. En altimetría los métodos son:

- a) **Nivelación barométrica:** Son los menos precisos pero los métodos más rápidos.
- b) **Nivelación trigonométrica:** Permite ver la diferencia de altitud en función de medidas angulares.
- c) **Nivelación geométrica:** Permite ver la diferencia de altitud en función de visuales horizontales.

### III.3 Proyección poblacional

La población es el componente principal para proyectar, cuantificar y determinar el tamaño de la obra. Por medio de las demandas futuras de una población se prevé en el diseño las exigencias de la fuente de abastecimiento, línea de conducción, red de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

$$r = \left( \frac{P_f}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}-1} * 100 (\%)$$

Donde:

$P_f$  : Población al final del período de diseño.

$P_o$  : Población actual.

$r$  : Razón de crecimientos expresada en decimal.

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

### III.3.1 Método aritmético

Este método se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimientos muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.

### III.3.2 Método geométrico

Este método es más aplicable para zona que no han alcanzado su desarrollo y que se mantiene creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas basándose en el crecimiento histórico.

1. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
2. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
3. Si el promedio de la proyección de población por los métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
  - a) Mayor del 4%, la población se proyecta en base al 4% de crecimiento anual.
  - b) Menos del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
  - c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4% la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

$$pob = Pobaño1 X (1 + r)^{Año n - Año 1}$$

## III.4 Parámetros de diseño

### III.4.1 Periodo de diseño

Es el tiempo que se le da a los diseños de proyectos de abastecimientos de agua el cual se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

**Tabla 1 Periodo de diseño NTON 09-003-99.**

<b>PERIODO DE DISEÑO ECONOMICO PARA LAS ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS</b>		
<b>Tipos de estructuras</b>	<b>Características especiales</b>	<b>Periodo de diseño/años</b>
Presas, ductos grandes	Difíciles y costosos de agrandar	25-50
Pozos, tanques, equipos de bombeo, plantas de potabilización.	a) Fáciles de ampliar cuando el crecimiento y las tasas de interés son bajas, menor de 3% anual.	20-25
	b) Cuando el crecimiento y las tasas de interés son altas. Mayor del 3% anual.	10-15
Tuberías mayores de 12" de diámetro	Reemplazar tuberías pequeñas es más costosos a largo plazo.	20-25
Laterales y tuberías secundarias menores de 12" de diámetro	Los requerimientos pueden cambiar rápidamente en áreas limitadas.	Para el desarrollo completo

Fuente: NTON 09-003-99

### III.4.2 Dotación y demanda de agua para consumo

De acuerdo la normativa, esta establece la determinación de las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario.

Para las comunidades rurales la ley establece en la siguiente tabla los rangos de dotación en agua de acuerdo a los rangos poblacionales.

**Tabla 2 Dotación poblacional NTON 09-003-99**

RANGO DE POBLACION	DOTACION	
	G/hab/día	L/hab/día
0-5000	20	75
5000-10000	25	95
10000-15000	30	113
15000-20000	35	132
20000-30000	40	151
30000-50000	45	170
50000-100000 y mas	50	189

Fuente: NTON 09-003-99

El consumo comercial, industrial y público se establece mediante porcentaje, el cual es aplicable a la dotación poblacional

**Tabla 3 Dotación poblacional, industrial y publica NTON 09-003-99**

CONSUMO	PORCENTAJE (%)
Comercial	7
Publico o institucional	7
Industrial	2

Fuente: NTON 09-003-99

### **III.4.2.1 Factores de máximas demandas**

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la manera siguiente:

### **III.4.2.2 Demanda del máximo día**

Para las zonas rurales se deberá trabajar con el factor al 150% de la demanda del día promedio.

$$\text{CMD} = 1.5 * \text{CPDT}$$

### **III.4.2.3 Demanda máximo hora**

Para las zonas rurales el factor de demanda a utilizar corresponde al valor de 250% con respecto a la demanda del día promedio.

$$\text{CMH} = 2.5 * \text{CPDT}$$

### **III.4.3 Pérdidas de carga en el sistema**

La pérdida de carga de un sistema de agua potable, es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

En los diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable al existir pérdidas en cada uno de sus componentes, por medio de fugas, en lo cual para el caso de Nicaragua se fija un porcentaje del 20%.

### III.4.4 Coeficiente de Rugosidad (C)

Los coeficientes de rugosidad son valores adimensionales que varían de acuerdo al tipo de material que se esté utilizando con los cuales son usado en la fórmula de Hazen Williams con el propósito de conocer las pérdidas de cargas.

**Tabla 4 Coeficiente de rugosidad**

<b>Tipos de material del acueducto</b>	<b>Coeficiente de Rugosidad (c)</b>
<b>Tubo de hierro Galvanizado (H<sup>o</sup>.G<sup>o</sup>)</b>	100
<b>Tubería de Hormigón</b>	130
<b>Asbesto cemento</b>	140
<b>Hierro Fundido cubierto (Interior y exteriormente)(H<sup>o</sup>.F<sup>o</sup>)</b>	130
<b>Cloruro de Polivinilo (PVC)</b>	150

Fuente: NTON 09-003-99

### III.4.5 Velocidad permisible

La velocidad permisible son intervalo entre el mínimo y máximo que puede ser diseñado un sistema de agua potable el cual establece la normativa de carácter obligatorio, los rangos son:

Velocidad mínima: 0.60 m/s

Velocidad máxima: 5m/s

### III.4.6 Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 5.00 m; la carga estática máxima será de 50.00 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

### **III.4.7 Diámetro mínimo.**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

### **III.4.8 Cobertura sobre tuberías**

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

#### **III.4.8.1 Calidad del agua**

La calidad del agua es el parámetro más importante que se debe tomar en cuenta al momento de realizar un estudio de sistema de agua potable, con ello todos los parámetros presentes en la normativa NTON 09-003-99, debe llevarse a cabo, de tal forma que se asegura que la población beneficiada se le garantice la higiene y salubridad al ingerir el vital líquido.

Al realizar la recolección de datos se tomará muestras in situ de distintas fuentes de la zona para conocer si estas cumplen con la normativa y con ello poder realizar la elección más viable y económica.

En el análisis de las muestras serán tomados los parámetros de:

1. Bacteriológicas
2. Físicas

3. Químicas
4. Biológicas

**Tabla 5 parámetros de calidad del agua**

ITEM	Fuente buena. Requiere como tratamiento únicamente desinfección	fuentes que pueden requerir tratamiento usual tal como filtración y desinfección	Fuente deficiente puede requerir tratamiento especial y desinfección
DBO (5-días) mg/lit			
Promedio Mensual	0.75-1.5	1.5-2.5	Mayor de 2.5
Máximo diario:	1.0-3.0	3.0-4.0	Mayor de 4.0
COLIFORME NMP por 100 ml			
Promedio Mensual	50-100	50-500	Mayor de 5000
Máximo diario:	Más de 100 en menos del 5% de las muestras	Más de 5000 en menos del 20% de las muestras.	Más de 20000 en menos de 5% de las muestras.
OXIGENO DISUELO			
(mg/lit)	4.0 (mínimo)	4.0 (mínimo)	4.0 (promedio)
Saturación	75% o mayor	60% mayor	
pH Promedio	6.0 - 8.5	5.0 - 09	3.8 - 10.5
CLORURO max. Mg/lit	Menor de 1.5	1.5 - 3.0	Mayor de 250
FLUORUROS, mg/lit	Menor de 1.5	1.5 - 30	Mayor de 3.0
COMPUESTOS			
FENOLICOS max. Mg/lit.	Ninguno	0.005	Mayor de 0.005
COLOR, unitario	20	20 - 150	Mayor de 150
TURBIEDAD, unitario	10	10 - 250	Mayor de 250

Fuente: NTON 09-003-99

### III.4.9 Desinfección

Conociendo los resultados de las muestras tomadas de la fuente de captación obtenidos por laboratorios de microbiología, Para el proceso de desinfección

Escherichia Coli o bacterias coliformes (fecales) termo tolerantes: No se deben detectar en ninguna muestra de 100ml de agua destinada al consumo humano.

Bacterias coliformes totales: No deben ser detectables en ninguna muestra de 100ml de agua tratada que ingrese al sistema de distribución. Puede darse tolerancia de hasta 5% para la ocurrencia ocasional de organismos coliformes en muestra del sistema de distribución tomadas en un periodo de 12 meses, siempre y cuando que no haya presencia de E. Coli.

### III.4.10 Parámetros que influyen en la eficiencia de la desinfección

Tabla 6 parámetros desinfección

Turbiedad	<5 UNT
PH	<8
Tiempo de retención	>30 min

Fuente: NTON 09-003-99

### III.4.11 Tanque de almacenamiento

El volumen de almacenamiento requerido de deberá atender las necesidades siguientes:

1. Volumen compensador 15% del caudal promedio diario. según recomendación de DIGESA en proyectos por gravedad.
2. Volumen de emergencia 20% del volumen total de agua del consumo promedio diario.

Por lo que el total es 35% del caudal promedio diario, conforme a las normas del INAA, para medio rural.

El volumen del tanque será igual a la suma de volumen compensador más el volumen de emergencia.

### III.4.12 Dimensiones del tanque

La altura del tanque será el mismo valor que la del diámetro del tanque

## Ecuación

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

### Donde:

D: Es el diámetro del tanque

V: Es el volumen del tanque

### III.4.13 Nivel de Rebose del Tanque

Es el nivel que alcanza el agua almacenada en una pieza sanitaria y que coincide con la parte inferior del orificio de rebose de la pieza.

$$NRT = NT + H_{tanque}$$

### Donde:

NRT: Es el nivel de rebose del tanque.

NT: Nivel del terreno.

H Tanque: Es la altura del tanque.

### III.4.14 Conexiones domiciliarias

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½ "(12.5 mm) pulgada, según lo establecido en las normas del INAA.

Estas conexiones deberán estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

## CAPITULO IV: PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

### IV.1 Estudio Socioeconómico

En la comunidad de Kasmistigne según información del último censo realizado en el año 2016 se obtuvo una población de 287 habitantes y la distribución se encuentra de la siguiente manera, hombres 147 representando el 51% y el 49% que representa a 140 mujeres, donde 142 personas son menores de 12 años y 145 son mayores de 12 años, todas las familias son mestizas. Estas personas están distribuidas en 64 casas para un total de 68 familias, dando como resultado un índice habitacional de 4.48 personas promedio por casa. Los habitantes de esta comunidad tienen un ingreso familiar promedio per cápita anual de C\$ 6857.14.

#### IV.1.1 Descripción de la estructura familiar

La estructura de población que presenta esta comunidad según grupos de etario, nos evidencia una población mayoritariamente joven, donde los niños y las niñas de 0 a 5 años se corresponden al 18 % del total, de 6 a 13 el 32 %, los jóvenes de 14 a 30 el 24%. En general 73 % de la población es menor de 30 años.

La población de 31 a 65 años se corresponde al 23% y 66 a más solamente representa un 3%.

**Tabla 7 Distribución poblacional por edades**

SEXO		PERSONAS QUE HABITAN EN LA VIVIENDA					
		RANGO DE EDADES (AÑOS)					
M	F	0-5	6-13	14-30	31-65	>66	TOTAL
147	140	49	93	70	67	8	287
51%	49%	18%	32%	24%	23%	3%	100%

Fuente: Propia

La representación de la población en cuanto a género es bastante equitativa, identificando en un 51% al sexo masculino y 49% del género femenino. Los habitantes mayormente la componen por adultos y jóvenes, según la visita de campo realizado a esa localidad.

#### **IV.1.2 Composición familiar**

En la comunidad de Kasmistigne predomina la familia nuclear varios hijos e hijas. En cuanto al número de personas que habitan en una casa se registra en un rango de un habitante como mínimo y 11 habitantes como máximo, resultando como promedio 6 integrantes por casas.

#### **IV.1.3 Educación**

La comunidad de Kasmistigne cuenta con un centro escolar de educación preescolar y primaria, con modalidad diurna. El centro escolar con nombre el Diamante atiende a 112 estudiantes de esa localidad y están distribuidos de la siguiente manera

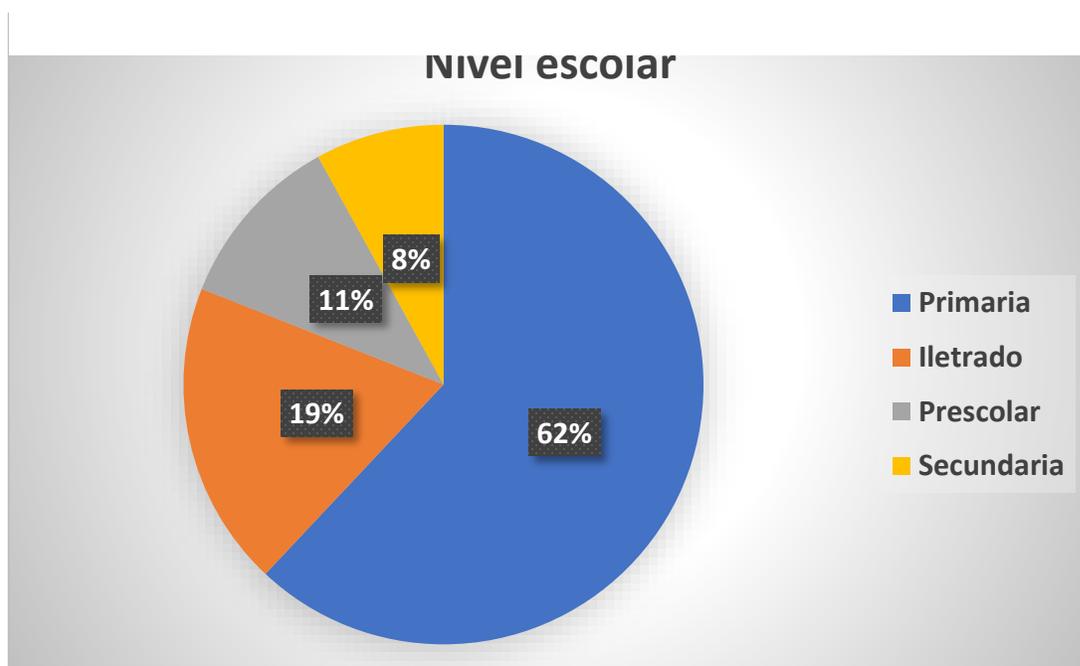
**Tabla 8 Distribución estudiantil por modalidad**

<b>Modalidad matutino</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Varones</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
<b>Preescolar</b>	9	7	16
<b>Primaria</b>	52	44	96
<b>TOTAL</b>			112

Fuente: Propia

Por otra parte, aquellas personas que desean alcanzar un nivel superior educacional tienen que ir a los centros más cercanos donde se imparta la modalidad de secundaria, los cuales corresponde a 26 jóvenes.

**Gráfico 1 Distribución educacional**



Fuente: Propia

#### **IV.1.4 Situación del recurso agua en la zona**

En la comunidad de Kasmistigne, no existe sistema de agua potable y algunas pocas viviendas tienen pozos excavados privados y la mayoría de la población se abastece de estos. Siendo principalmente las mujeres quienes acarrear el agua, junto a los niños. Solamente en un 6% de los casos los hombres participan en la actividad. La distancia promedio de acarreo es de 200 con un tiempo de traslado de 10 minutos en promedio.

#### **IV.1.5 Situación económica de la población**

Economía de los miembros de las familias perteneciente al área del proyecto está predominantemente basada en la agricultura, en menor escala se dedican a la Ganadería, los oficios referidos al comercio y otras actividades representan el 26%. En el gráfico siguiente presenta la situación económica en forma porcentual.

**Gráfico 2 Distribución poblacional según la población**



Fuente: Propia

La economía de la comunidad se sostiene principalmente de granos básicos, musáceas y euforbiáceas (yuca y malanga), representando el mayor porcentaje a estos rubros y aproximadamente el 45% de las familias se dedican a producción de ganado mayor.

Generalmente la producción agrícola es dedicada para el consumo familiar y comercialización local, donde esta manera de comercialización tiene un impacto negativo en el desarrollo económico de la comunidad, los productores no pueden vender sus producciones el mercado municipal u otros que los compran a precios mayores, debido a los altos costos de transporte, y gran manera la economía se ve perjudicada ya que la mayor parte de la población se dedica a estos rubros, se ven obligados vender sus productos a comerciantes locales que pagan a precios bajos por los altos costos de transporte

El ingreso mensual de las familias de estas comunidades se estructura de la siguiente manera:

**Tabla 9 Rango de ingresos poblacional**

Ingreso económico mensual (C\$)				
801-1000	1001- 2000	2001 – 3000	+3000	Sin ingresos
2%	30%	34%	30%	4%

Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla anterior, el ingreso económico mensual que más predomina en esta población es de 1001-2000 córdobas, que se considera bajos ingresos mensuales para las familias en el proyecto.

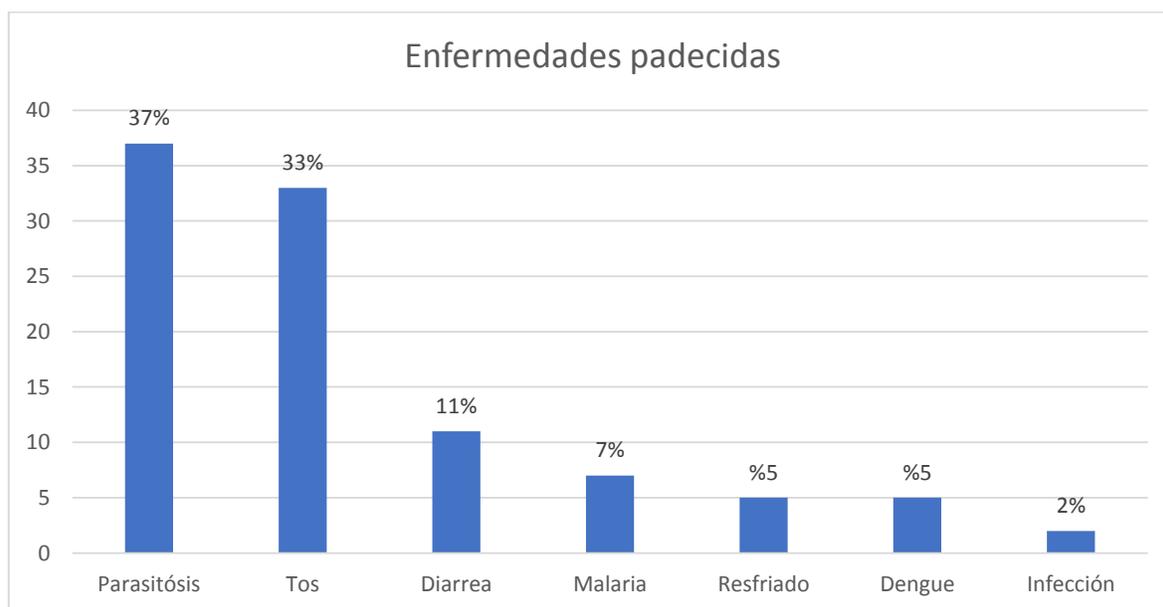
#### **IV.1.6 Situación actual de salud de la zona**

En la comunidad de Kasmistigne no existe Puesto de Salud y la población viaja al Centro de Salud Miguel Ángel Plazahola ubicado en la cabecera municipal que se encuentra a 38 km de distancia. Para trasladarse de sus casas al puesto de salud tiene un costo de C\$ 70 en vehículos de transporte terrestre. Los pobladores tienen problemas para transportarse en época de invierno ya que los vehículos los dejan a 2 km de distancia de la cabecera municipal por malas condiciones de camino.

Cuando se trata de pacientes en estados de emergencia se tienen que trasladar a la cabecera departamental de Bluefields y Juigalpa, el traslado tiene que ser por agua que tiene una duración aproximadamente de 5 horas y 4 horas en vehículo terrestre desde la cabecera municipal. Los habitantes tratan algunas enfermedades con medicina natural con recetas ancestrales, debido a las condiciones críticas del transporte.

Las principales enfermedades padecidas por los miembros de las familias durante los últimos seis meses (ante del censo) son:

### Gráfico 3 Enfermedades padecidas en la población



Fuente: Propia

#### IV.1.7 Otros servicios básicos en el territorio

La cabecera municipal del Tortuguero cuenta con energía eléctrica desde fines de 2013 y las comunidades de Waspado, Nueva Esperanza, San Francisco y El Espavel desde 2015, la Comunidad de Kasmistigne no cuenta con este servicio.

#### IV.1.8 Situación de saneamiento comunitario

El acceso a servicio de saneamiento se refiere a la cantidad de familias que poseen al menos una letrina. En la comunidad se realizó una encuesta a 57 familias y el resultado obtenido es que el 61% de las familias tienen saneamiento y un 39% no tienen acceso. De la información recopilada 35 viviendas tienen acceso y 22 no tienen, además en esta comunidad las aguas residuales no se le da ningún tratamiento. Según las encuestas realizadas a las familias que tienen saneamiento, el 14% están en buenos estados, 57% están en mal estado y el 29% de las letrinas están caídas, las letrinas son tipos elevadas con fosa de mampostería generalmente de bloques, con casetas y banco de madera y techo de lámina de zinc. La encuesta

fue realizada a 57 familias de la comunidad de Kasmitingne. Todas estas familias hacen uso de ella, sin importar el estado que se encuentre dichas letrinas, además el 100% de las familias encuestadas afirman estar dispuestos participar en proyecto de saneamiento.

#### **IV.1.9 Higiene de la población**

Consultados los jefe/as de familias entrevistados sobre, el Lavado de manos de los miembros de la familia, después de la realización de actividades claves (uso de la letrina, antes de comer, luego de cambiar el pañal, o realizar actividades con agentes contaminantes), el 100% afirma que si lo hace.

Sobre el almacenamiento adecuado del agua para el consumo, el 96% afirma que lo realiza en bidones tapados, 2% lo hace en barriles y el 2% en pilas.

En relación al manejo de las aguas grises, el 39% de las familias afirma regar el agua en sus patios, 61% la deja correr en patios o caminos y el 39% de las familias afirman tener charcas en su patio.

Para el manejo de la basura, el 91% afirma quemar la basura, el 2% de las familias depositan la basura en quebrada, ríos, o riachuelos y 7% la depositan afuera de la casa al aire libre.

#### **IV.1.10 Participación en organizaciones comunitarias**

Consultadas las familias acerca de su participación en algún tipo de organizaciones social comunitaria, el 77.19% afirman participar, 22.81% expresa no hacerlo. De los que afirman participar, 68.42% lo hacen en organizaciones religiosas, y el 8.77% en organizaciones sociales.

Consultados sobre su disponibilidad para participar en el proyecto, en un 100% los encuestados han afirmado su deseo de participar, esto incluye su involucramiento en cualquiera de las siguientes actividades.

- ✓ Aporte de mano de obra
- ✓ Aportes comunitarios
- ✓ Organización Comunitaria

Consultados sobre su disposición al pago del servicio de agua el 100% de los jefes de familia consultados expresa estar dispuesto a realizarlo. Cuando se consulta sobre los montos que estaría dispuestos a pagar por el servicio, estos refieren que entre 20 y 40 córdobas el 94%, entre 41 y 60 el 4%, 61y100 córdobas el 2%. El monto máximo que se expresó puede pagarse es de C\$ 100.

## **IV.2 Proyección de Estudio**

### **IV.2.1 Proyección poblacional**

La comunidad Kasmitingne cuenta con una población presente de 287 personas, esta población su razón de crecimiento para el método geométrico es igual a 2.5%<sup>1</sup>. Por lo cual el tiempo a proyectar será igual al de 20 años esto debido al tiempo de diseño que se ha planteado para la obra.

$$P_{20} = (1 + r)^{20}$$

$$P_{20} = (1 + 0.025)^{20}$$

$$P_{20} = 470 \text{ habitantes}$$

La proyección calculada hasta el año 2038 será de 470 habitantes.

### **IV.2.2 Proyección Consumo poblacional**

---

<sup>1</sup> Tasa de crecimiento geométrica NTON 09-003-99

El consumo poblacional es la cantidad de suministro de agua para el cual se debe de diseñar los proyectos de aguas potables a los cuales se poyan a valores que se establecidos en los criterios de la NTON- 09-003-99 y en conjunto a los datos obtenidos en el Estudio Socioeconómico; por lo cual se asume para el proyecto una dotación 3% y una Perdida en el sistema 20%.

### **IV.3 Levantamiento Topográfico**

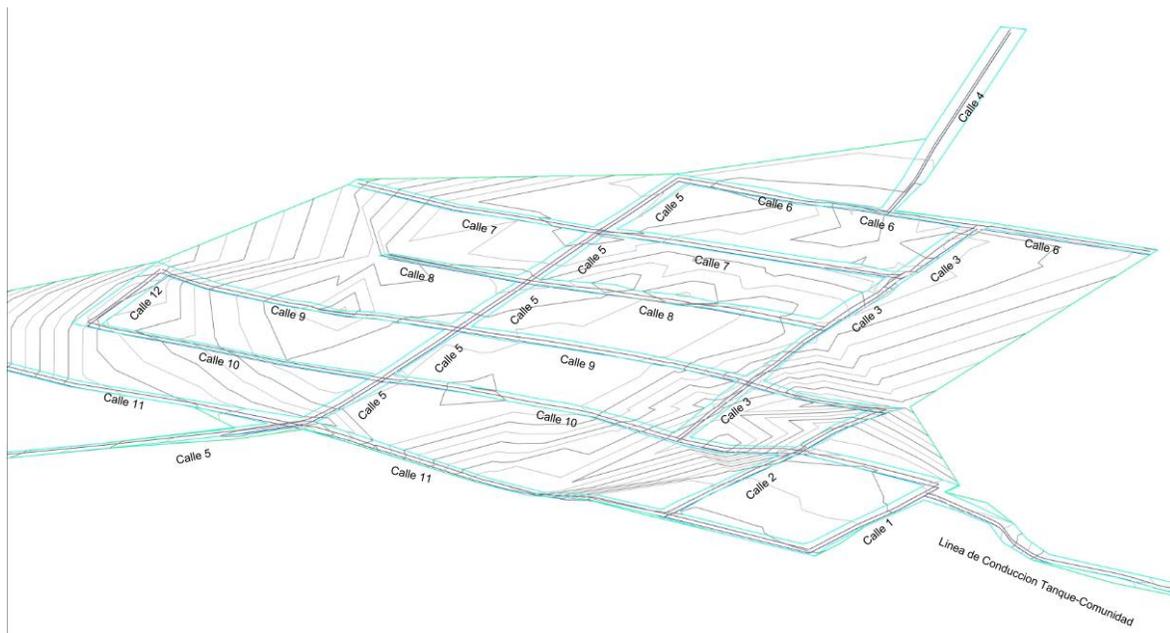
En la comunidad conocida como Kasmitingne, El Tortuguero, RAAN de Nicaragua se genera la necesidad de llevar agua potable a la comunidad que se encuentra en continuo crecimiento para proveer a dichos habitantes de tal necesidad.

El estudio topográfico se llevó a cabo, mediante la utilización del aparato topográfico Estación Total, marca SOKKIA modelo CX-105, con esto se levantaron los puntos que posteriormente se procesaron con la herramienta de CIVIL 3D de la empresa Autodesk, lo que nos generó la visualización y modelación de la zona, donde a la vez, permite conocer las longitudes reales que el proyecto posee así también la altura según el nivel que posee la zona de estudio de forma puntual, siendo este el parámetro que nos permite, la toma de decisión al momento de establecer, si el sistema deberá de ser MAG o un MAB.

De acuerdo al levantamiento in situ se determinó 2 puntos clave para los cuales son de vital importancia en la toma de decisión para el diseño, en este caso el primer punto crítico, corresponde a la zona de abastecimiento, a la cual se clasifica como un manantial donde se pretende realizar la toma de captación, esta corresponde a una elevación de 79.34 msnm, el segundo punto crítico se posiciona en la EST 0+180 con una elevación de 104.72 msnm, estos nos indica que se tendrá que ubicar un almacenamiento, que tendrá que ser llenado y este a su vez deberá funcionar mediante por gravedad para suministrar a toda la comunidad mediante gravedad, convirtiendo nuestro diseño en un MABE, dado que será necesario impulsar el agua desde la zona de captación hasta el tanque de almacenamiento.

A su vez la comunidad presenta un relieve variado por lo cual en un mismo punto los cálculos hidráulicos tienden a bajar, producto de la variación de elevaciones la cual está sometida la zona, esto cambios bruscos podrían producir altas presiones para las cuales, se deberá realizar medidas de precaución para que esta no dañe la tubería del propio sistema.

## Ilustración 2 Comunidad Kasmitingne



Fuente: Propia

### IV.4 Estudio Hidrológico

El municipio de El Tortuguero, está ubicada en la cuenca N° 57 que corresponde al río Kurinwas y la subcuenca del Río Grande. Esta cuenca tiene un área de 4456.76 km<sup>2</sup>. La delimitación demográfica en la parte alta se comparte con el municipio de Bocanas de Paiwas, en la parte baja con la desembocadura del Río Grande y en el sureste con el departamento de Matagalpa.

Para el estudio hidrológico de este proyecto se tomó la zona de mayor interés en cuanto a recurso hídrico, que corresponde a las subcuencas el Almendro y Kuma

Tighni, con un área de 31.4 km<sup>2</sup> y 56.9 km<sup>2</sup> respectivamente, clasificándose las subcuencas de orden exorreica por el drenaje de las aguas.

El municipio es atravesado por dos ríos grandes; el río Kurinwas que tiene una longitud de 160 kilómetros, nace en el departamento de Matagalpa, pasa por el municipio de Paiwas y recorre el municipio de Oeste hacia el Este hasta desembocar en la laguna de Top Look. El segundo río es el Kukarawala, donde a su rivera se encuentra la cabecera municipal de El Tortuguero y lo recorre en su parte sur hacia el Este, desviando su curso hacia Walpala Pighni en el Norte, luego desemboca el río Kurinwas que es de mayor afluente.

#### **IV.4.1 Característica de la cuenca**

##### **IV.4.1.1 Clima**

El clima en el municipio de El Tortuguero se caracteriza por su régimen tropical húmedo, con temperaturas cálidas durante todo el año, y la alta pluviosidad. Se sitúa entre los 0 y 100 m sobre el nivel del mar. El clima predominante se define como Monzónico Tropical.

En la zona de estudio existen escasas estaciones meteorológicas y su distribución es un factor limitante para la representación hídrica. Muchas de ellas tienen muy pocos años de registros, por lo que se usaron como referencia algunas estaciones fuera de la zona de estudio.

##### **IV.4.1.2 Precipitación**

La precipitación promedio anual se encuentra en 2552.51mm siendo durante los meses de invierno entre mayo a noviembre donde se presentan la mayor parte de la precipitación del año.

**Tabla 10 Precipitaciones anuales y periodos de observaciones de las estaciones observadas TACCN y RACCS**

Código	Nombre de la estación	MSNM	Periodo	Anual
47002	Puerto Cabeza	10	1966-2015	2943.9
53008	Rosita	96	1973-2010	2734.3
55027	Muy Muy	320	1971-2015	1539.8
55032	Rio Blanco	304	1984-2010	2997.8
61006	Bluefields	5	1959-2010	4161.2
61009	Chilamate	130	1970-2006	2191.5
61010	Cara de mono	10	1970-2010	3026.4
61022	S.J. De Dios	360	1972-2010	2209.5
69024	Juigalpa	90	1961-2015	1168.2
<b>Precipitación promedio anual en mm</b>				<b>2552.51</b>

Fuente: INETER

**Tabla 11 Precipitación promedio mensual**

	ESTACION	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	Puerto Cabezas	1966-2015	143,9	83,1	55,7	57,3	213,9	407,2	429,8	366,2	307,5	378,8	298,0	202,6	2943,9
2	Muy Muy	1971-2015	42,9	22,4	15,0	30,0	139,3	260,5	248,7	226,1	200,6	201,6	96,7	56,1	1539,8
3	Juigalpa	1961-2015	9,0	4,0	3,1	11,5	136,9	193,6	132,8	156,9	231,8	213,5	61,0	14,2	1168,2
4	Bluefields	1959-2015	228,8	124,3	71,6	95,5	292,6	552,9	769,8	561,2	341,2	390,5	408,7	324,2	4161,2
5	Rosita	1973-2010	139,4	69,6	64,7	69,0	247,8	405,9	440,9	354,5	309,2	281,5	192,3	155,0	2734,3
6	San Juan de Dios	1972-2010	94,9	50,0	23,6	27,0	168,9	307,6	422,2	353,7	264,4	252,2	161,4	115,6	2209,5
7	Cara de Mono	1970-2010	164,5	83,6	53,7	60,4	205,6	431,5	552,9	445,6	315,5	300,3	246,3	193,5	3026,4
8	Rio Blanco	1984-2010	145,0	99,0	70,3	53,9	218,8	434,9	474,3	439,2	348,5	309,9	211,5	168,8	2997,8
9	El Chilamate	1970-2006	88,0	58,1	24,3	26,1	169,1	320,2	363,2	301,7	269,5	259,2	171,0	141,2	2191,5

Fuente: INETER

A partir de los datos obtenidos de precipitación promedio anual señala al municipio de El Tortuguero como una provincia húmeda. Según la clasificación bioclimática de Zona de Vida Holdrige.<sup>2</sup>

La provincia húmeda cubre totalmente el municipio, donde la comunidad en estudio corresponde a esta clasificación. La provincia humedad se caracteriza por tener precipitaciones que oscilan en un rango de 2000 y 4000 milímetros anuales. En este municipio presenta el mes con mayor precipitación en julio, que oscila entre 400 y 500 mm.

#### **IV.4.1.3 Temperatura**

El análisis de la temperatura se basó en los registros de nueve estaciones climatológicas que se hallan fuera de dicha área, pero próxima a su límite, por lo que se considera que son representativas de ciertas áreas que carecen de información, a pesar de la escasez de datos climatológicos, su análisis permite extraer ciertas conclusiones generales de utilidad. Ellas son:

1. Las temperaturas medias en general son uniformemente elevadas a través de todo el año. Existen ligeras variaciones relacionadas a la altitud y a la latitud.
2. En el área de la comunidad de Kasmitingne en la temperatura media anual es mayor a 27°C.
3. Las épocas más calurosas del año son de marzo a junio y de septiembre a octubre, y la más fresca, de diciembre a febrero.

#### **IV.4.1.4 Geomorfología**

La información se basa en las condiciones que presentan los cursos de los ríos principales de la zona en estudio. El relieve actual de estos ríos es accidentado en

---

<sup>2</sup> El sistema de zonas de vida Holdridge es un esquema para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático. Fue desarrollado por el botánico y climatólogo estadounidense Leslie Holdridge (1907-99).

el curso superior y medio, este últimos es frecuente las inundaciones debido a las abundantes precipitaciones, que causan erosión eólica en la parte alta y media de las cuencas.

El municipio se ubica principalmente en la provincia geomorfológica de la planicie costanera del atlántico, esta condición lo caracteriza por tener un relieve dominante plano, hasta fuertemente escarpado, con pendiente que fluctúan entre 0 y 15%, pero también se pueden encontrar pendientes moderadamente escarpadas, de 15 y 30%, con elevaciones promedio de 10 a 60 msnm, además se identifica como un relieve accidentado en las regiones de los curso superior y medio de los ríos principales.

#### **IV.4.1.5 Geología**

Con Base en el Mapa Geológico Minero de la República de Nicaragua, elaborado por la antigua Corporación Nicaragüense de minas (INMINE) y editado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) en 1995, en el área de estudio se identificaron dos formaciones geológicas que son: Matagalpa y Coyol Inferior y Superior.

#### **IV.4.1.6 Suelos**

Los suelos encontrados en la zona que a continuación se describe, se identifican de acuerdo a las categorías que establece la Taxonomía Americana de Suelo. "Soil Taxonomy". Para el proyecto es de mayor interés determinar el tipo de suelo que se encuentra principalmente en las zonas de las microcuencas ya que es el lugar donde se han identificado las fuentes de agua que abastecerá la comunidad de Kasmistigne.

Los suelos de las microcuencas, pertenecen a la formación geológica del Coyol Inferior y Superior. Estas formaciones están caracterizadas por obtener suelos del orden de los Ultisoles, presentando un relieve ondulado a escarpado. Se

caracterizan por ser profundos, bien drenados, de textura arcillosa. Este suelo generalmente se considera pobre en fertilidad natural, debido a las altas precipitaciones que causan un lavado de la capa superficial donde se encuentra la mayor parte de la materia orgánica, además la continua saturación de agua hace que la mayor parte del suelo presente un color gris manchado mayormente en la parte del subsuelo. Algunos suelos presentan moderada cantidad de concreciones de consistencia suave, de color rojo oscuro, formas irregulares, que dan indicio que contienen hierro en su formación geológica.

## IV.5 Cálculos y Diseño Hidráulico del proyecto

### IV.5.1 Calculo Proyección y Consumo Poblacional.

La comunidad Kasmitingne está compuesta por un total de 287 habitantes, esto equivale a su vez a 57 viviendas para la cual se estará realizando el diseño, siendo una comunidad rural el tiempo de diseño será equivalente a 20 años, a su vez, la tasa de crecimiento que le compete es igual a 2.50%<sup>3</sup> anual con dotación por habitantes de 75 lppd<sup>4</sup>.y perdida en el sistema del 20%<sup>5</sup>.

#### Datos generales para proyección poblacional.

<b>Datos generales</b>	
<b>Numero de viviendas</b>	57
<b>Población</b>	287
<b>Tasa de crecimiento</b>	2.50%
<b>Años proyectado</b>	20
<b>Dotacion de agua (lppd)</b>	75
<b>Perdidas (hf)</b>	20%
<b>lugares publicos</b>	7%

Fuente: Propia

<sup>3</sup> NTON 09-003-99 1.3.2 Tasa de Crecimiento Geométrico

<sup>4</sup> NTON 09-003-99 Tabla 2-2

<sup>5</sup> NTON 09-003-99 2.6 Perdida del sistema

### **Ecuación 1 Proyección Geométrica**

$$N1 = 287 \left( 1 + \left( \frac{2.5}{100} \right) \right)^1 = 294.18 \text{ habitantes}$$

### **IV.5.2 Factor de Máximas Demanda**

El factor de máximo demanda, son los valores más alto presentado de consumo que tiene la población al día, estos valores son los que nos permitirá diseñar el volumen que necesitara nuestra zona de estudio para su almacenamiento, el comportamiento de estos valores resulta exponencial y a la vez paralelo al aumento de habitantes por año que tengamos, para ellos se utilizan las siguientes ecuaciones<sup>6</sup>:

### **Ecuación 2 Demanda Máximo Dia**

$$\text{Demanda Maximo Dia 1} = 1.5 * CPD$$

$$\text{Demanda Maximo Dia 1} = \frac{1.5 * 22063.13 \text{ lpd}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}}$$

$$\text{Demanda Maximo Dia 1} = 0.38 \text{ lps}$$

### **Ecuación 3 Consumo Máximo Hora**

$$\text{Consumo Maximo Hora 1} = 2.5 * CPD$$

$$\text{Consumo Maximo Hora 1} = \frac{2.5 * 22063.13 \text{ lpd}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}}$$

$$\text{Consumo Maximo Hora 1} = 0.64 \text{ lps}$$

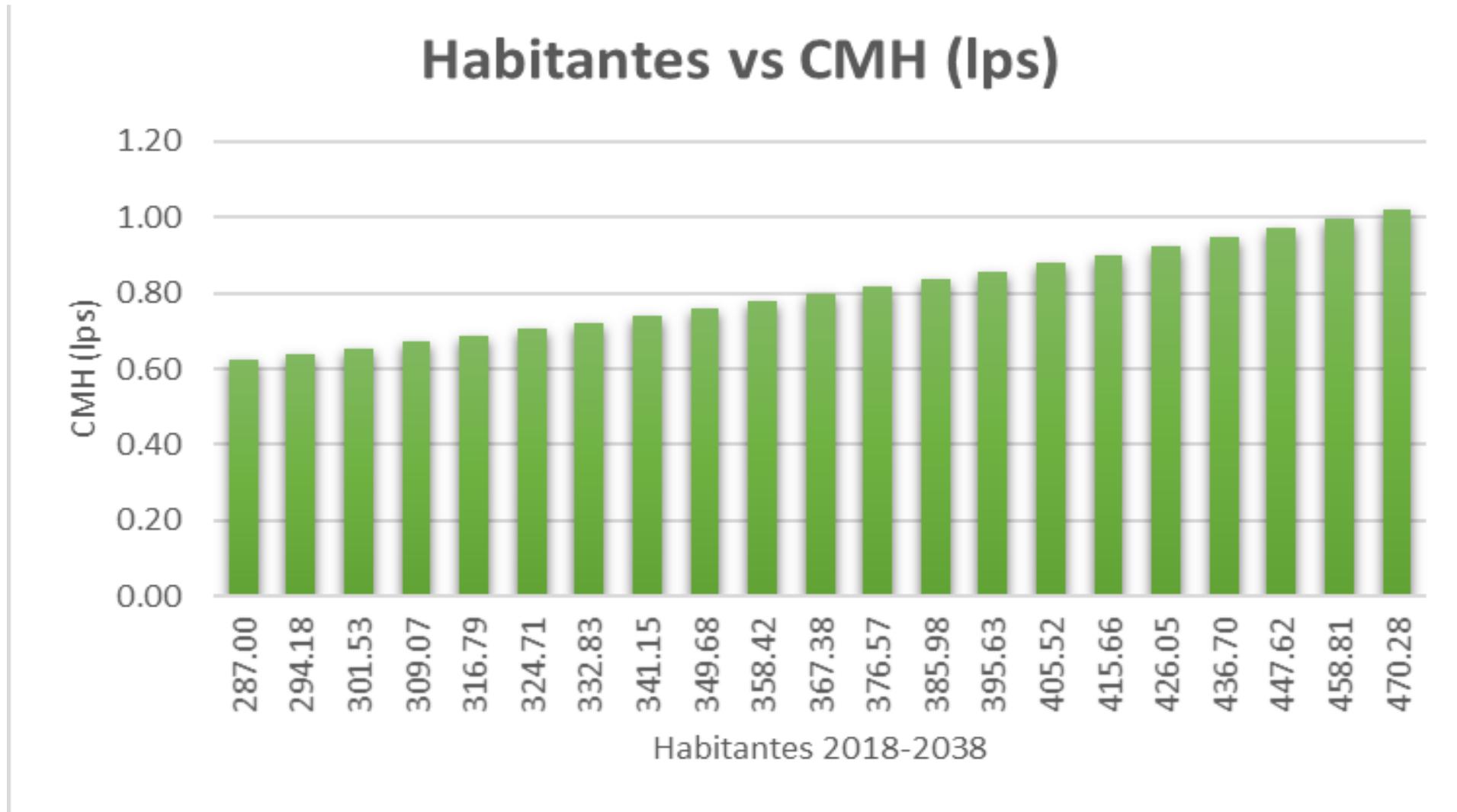
---

<sup>6</sup> NTON 09-003-99 2.5 Factores de Demanda.

**Tabla 12 Resumen de Cálculo Proyección y Consumo Poblacional**

Item	Año	Poblacion	Consumo promedio día		Perdidas 20 %		Consumo lugares publicos 7%			Consumo maximo día		Consumo máximo hora	
			GPD	LPD	GPD	LPD	GPD	LPD	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS
<b>0</b>	<b>2018</b>	<b>287.00</b>	<b>5686.92</b>	<b>21525.00</b>	<b>1137.38</b>	<b>4305.00</b>	<b>398.08</b>	<b>1506.75</b>	<b>0.017</b>	<b>5.92</b>	<b>0.37</b>	<b>9.87</b>	<b>0.62</b>
1	2019	294.18	5829.10	22063.13	1165.82	4412.63	408.04	1544.42	0.018	6.07	0.38	10.12	<b>0.64</b>
2	2020	301.53	5974.82	22614.70	1194.96	4522.94	418.24	1583.03	0.018	6.22	0.39	10.37	<b>0.65</b>
3	2021	309.07	6124.19	23180.07	1224.84	4636.01	428.69	1622.60	0.019	6.38	0.40	10.63	<b>0.67</b>
4	2022	316.79	6277.30	23759.57	1255.46	4751.91	439.41	1663.17	0.019	6.54	0.41	10.90	<b>0.69</b>
5	2023	324.71	6434.23	24353.56	1286.85	4870.71	450.40	1704.75	0.020	6.70	0.42	11.17	<b>0.70</b>
6	2024	332.83	6595.09	24962.40	1319.02	4992.48	461.66	1747.37	0.020	6.87	0.43	11.45	<b>0.72</b>
7	2025	341.15	6759.96	25586.46	1351.99	5117.29	473.20	1791.05	0.021	7.04	0.44	11.74	<b>0.74</b>
8	2026	349.68	6928.96	26226.12	1385.79	5245.22	485.03	1835.83	0.021	7.22	0.46	12.03	<b>0.76</b>
9	2027	358.42	7102.19	26881.78	1420.44	5376.36	497.15	1881.72	0.022	7.40	0.47	12.33	<b>0.78</b>
<b>10</b>	<b>2028</b>	<b>367.38</b>	<b>7279.74</b>	<b>27553.82</b>	<b>1455.95</b>	<b>5510.76</b>	<b>509.58</b>	<b>1928.77</b>	<b>0.022</b>	<b>7.58</b>	<b>0.48</b>	<b>12.64</b>	<b>0.80</b>
11	2029	376.57	7461.73	28242.67	1492.35	5648.53	522.32	1976.99	0.023	7.77	0.49	12.95	<b>0.82</b>
12	2030	385.98	7648.28	28948.73	1529.66	5789.75	535.38	2026.41	0.023	7.97	0.50	13.28	<b>0.84</b>
13	2031	395.63	7839.48	29672.45	1567.90	5934.49	548.76	2077.07	0.024	8.17	0.52	13.61	<b>0.86</b>
14	2032	405.52	8035.47	30414.26	1607.09	6082.85	562.48	2129.00	0.025	8.37	0.53	13.95	<b>0.88</b>
15	2033	415.66	8236.36	31174.62	1647.27	6234.92	576.55	2182.22	0.025	8.58	0.54	14.30	<b>0.90</b>
16	2034	426.05	8442.27	31953.98	1688.45	6390.80	590.96	2236.78	0.026	8.79	0.55	14.66	<b>0.92</b>
17	2035	436.70	8653.32	32752.83	1730.66	6550.57	605.73	2292.70	0.027	9.01	0.57	15.02	<b>0.95</b>
18	2036	447.62	8869.66	33571.65	1773.93	6714.33	620.88	2350.02	0.027	9.24	0.58	15.40	<b>0.97</b>
19	2037	458.81	9091.40	34410.95	1818.28	6882.19	636.40	2408.77	0.028	9.47	0.60	15.78	<b>1.00</b>
<b>20</b>	<b>2038</b>	<b>470.28</b>	<b>9318.68</b>	<b>35271.22</b>	<b>1863.74</b>	<b>7054.24</b>	<b>652.31</b>	<b>2468.99</b>	<b>0.029</b>	<b>9.71</b>	<b>0.61</b>	<b>16.18</b>	<b>1.02</b>

Gráfico 4 Densidad poblacional vs Caudal Máximo Hora



### IV.5.3 Cálculo de Volumen de Almacenamiento

El volumen de almacenamiento es equivalente al 35% del CPD, esto permitirá compensar la falta del líquido, producto a interrupciones en el sistema o mantenimiento del mismo, para este caso los mantenimientos de la bomba o limpieza de los filtros de la captación, además de prever cualquier situación de emergencia.

#### Cálculo

Para el cálculo de volumen se deberá considerar el último año de diseño en este caso el año 20 a partir de la fecha de inicio, esto en otros termino lo podemos ver como el año 2038, los datos utilizados son:

$$\mathbf{CPD_{20} = 35271.22 \text{ lpd}}$$

$$\mathbf{HF_{20\%_{20}} = 0.0816 \text{ lpseg}}$$

$$\mathbf{CI_{20} = 0.0286 \text{ lpseg}}$$

$$\text{Almacenamiento}_{20} = 35\% \left( \left( \frac{CPD_{20}}{86400} \right) + HF_{20} + CI_{20} \right) * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

$$\text{Almacenamiento}_{20} = 35\% \left( \left( \left( \frac{35271.22 \text{ lpd}}{86400 \text{ seg}} \right) + 0.0816 \text{ lpseg} + 0.0286 \text{ lpseg} \right) * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}} \right)$$

$$\text{Almacenamiento}_{20} = \frac{15678.06 \text{ lpd}}{1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3}}$$

$$\mathbf{\text{Almacenamiento}_{20} = 15.68 \text{ m}^3}$$

Por tanto, el volumen de diseño del tanque para el almacenamiento deberá corresponder a 15.68 m<sup>3</sup> equivalente a 4142 GL.

Tabla 13 Resumen de Cálculo Volumen de Almacenamiento por año

Item	Año	Población	Consumo Promedio		Perdidas por fugas 20%(lps)	Consumo institucional 7%(lps)	Almacenamiento (35%CPD)		
			GPD	LPD	LPS	LPS	Galones	Litros	m³
<b>0</b>	<b>2018</b>	<b>287.00</b>	<b>5686.92</b>	<b>21525.00</b>	<b>0.0498</b>	<b>0.0174</b>	<b>2527.84</b>	<b>9567.86</b>	<b>9.5679</b>
1	2019	294.18	5829.10	22063.13	0.0511	0.0179	2591.03	9807.06	9.81
2	2020	301.53	5974.82	22614.70	0.0523	0.0183	2655.81	10052.24	10.05
3	2021	309.07	6124.19	23180.07	0.0537	0.0188	2722.20	10303.54	10.30
4	2022	316.79	6277.30	23759.57	0.0550	0.0192	2790.26	10561.13	10.56
5	2023	324.71	6434.23	24353.56	0.0564	0.0197	2860.02	10825.16	10.83
6	2024	332.83	6595.09	24962.40	0.0578	0.0202	2931.52	11095.79	11.10
7	2025	341.15	6759.96	25586.46	0.0592	0.0207	3004.80	11373.18	11.37
8	2026	349.68	6928.96	26226.12	0.0607	0.0212	3079.92	11657.51	11.66
9	2027	358.42	7102.19	26881.78	0.0622	0.0218	3156.92	11948.95	11.95
<b>10</b>	<b>2028</b>	<b>367.38</b>	<b>7279.74</b>	<b>27553.82</b>	<b>0.0638</b>	<b>0.0223</b>	<b>3235.84</b>	<b>12247.67</b>	<b>12.25</b>
11	2029	376.57	7461.73	28242.67	0.0654	0.0229	3316.74	12553.86	12.55
12	2030	385.98	7648.28	28948.73	0.0670	0.0235	3399.66	12867.71	12.87
13	2031	395.63	7839.48	29672.45	0.0687	0.0240	3484.65	13189.40	13.19
14	2032	405.52	8035.47	30414.26	0.0704	0.0246	3571.77	13519.14	13.52
15	2033	415.66	8236.36	31174.62	0.0722	0.0253	3661.06	13857.12	13.86
16	2034	426.05	8442.27	31953.98	0.0740	0.0259	3752.59	14203.55	14.20
17	2035	436.70	8653.32	32752.83	0.0758	0.0265	3846.40	14558.63	14.56
18	2036	447.62	8869.66	33571.65	0.0777	0.0272	3942.56	14922.60	14.92
19	2037	458.81	9091.40	34410.95	0.0797	0.0279	4041.13	15295.67	15.30
<b>20</b>	<b>2038</b>	<b>470.28</b>	<b>9318.68</b>	<b>35271.22</b>	<b>0.0816</b>	<b>0.0286</b>	<b>4142.16</b>	<b>15678.06</b>	<b>15.68</b>

#### IV.5.4 Cálculo geométrico para el almacenamiento.

Para el cálculo de sección geométrica del tanque, se deberá escoger el tipo de figura geométrica a utilizar, para estos casos las más típicas son cilíndricas y rectangulares, por el caso particular de la comunidad de estudio se decidió realizar un diseño cilíndrico para los cual se procedió a calcular sus dimensiones a partir del volumen calculado con anteriormente.

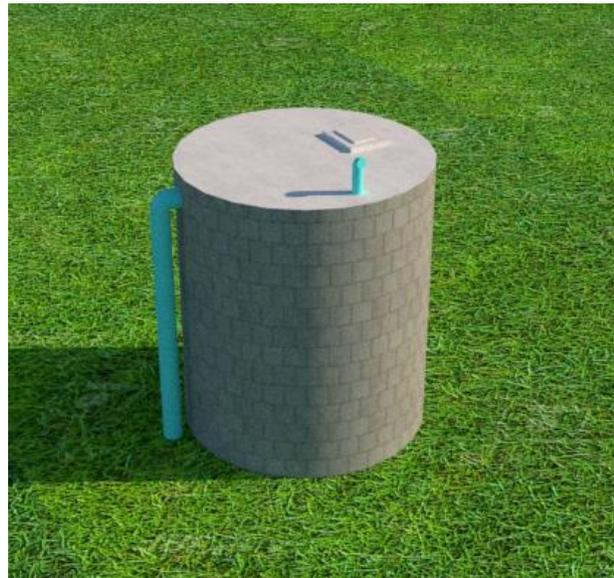
**Ilustración 3 Tanque de almacenamiento**

$$V=15.68 \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 15.68}{\pi}}$$

$$D = 2.71 \text{ mt}$$



Fuente: Propia

Por tanto, el tanque de almacenamiento proyectado para el final del período de diseño el cual es de 20 años con una capacidad de 4142 galones o 15.68 m<sup>3</sup>, que corresponde al 35% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 2038.

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 las captaciones.

Otra de las funciones del tanque de almacenamiento es mantener las presiones hidráulicas dentro del rango establecido en normas, por lo que se propone proyectar

un tanque de almacenamiento en el PI-10001, el cual tiene una elevación de 104.00 m de acuerdo al levantamiento topográfico.

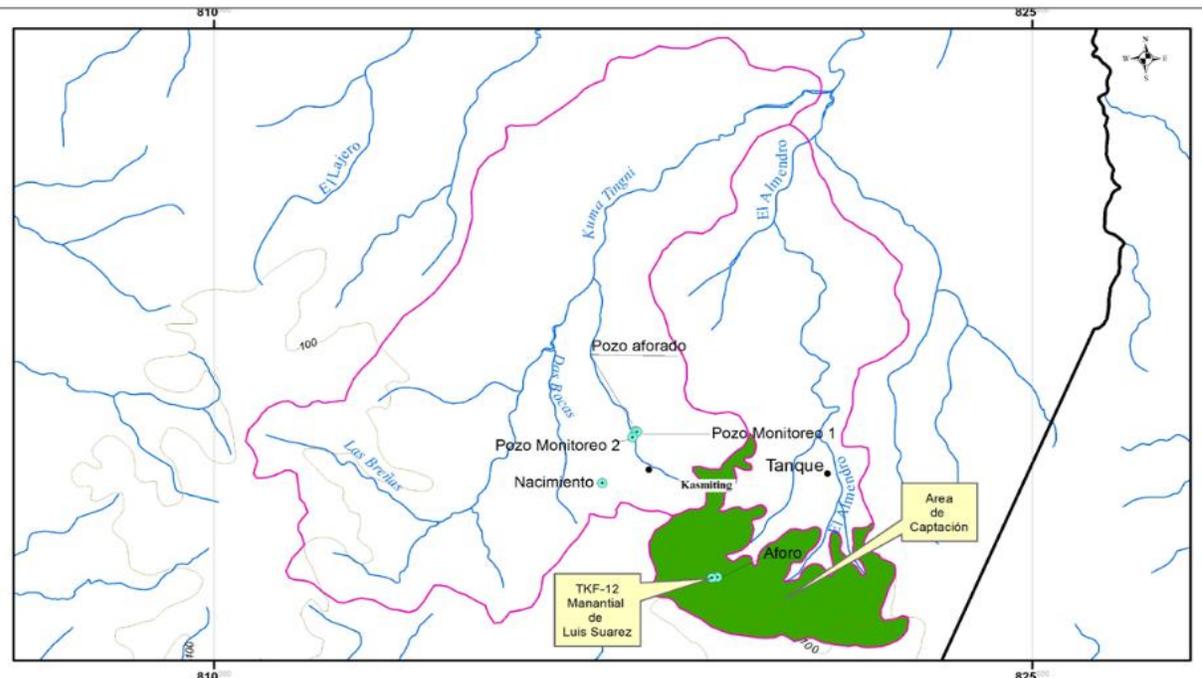
Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula y válvula de flotador.

#### IV.5.5 Cálculo Hidráulico.

##### IV.5.5.1 Cálculo de caudal de estiaje-fuente TKF-12

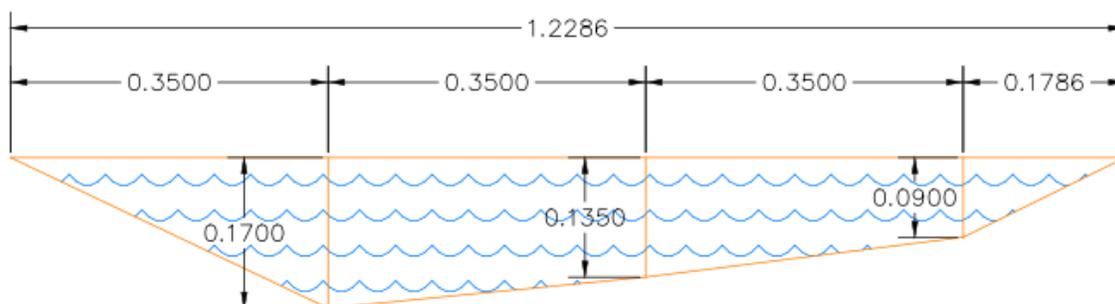
El manantial ubicado en las coordenadas geodésicas 819228.00 y 1407100.00, pertenece al señor Luis Suarez Rodríguez, Para los cálculos de caudal en el manantial se procedió a la medición de su área transversal y a medir la velocidad mediante el aparato molinete cuyos datos obtenidos son:

#### Ilustración 4 Mapa Conceptual Kasmitingne



ITEMS	VALOR			
<b>Ancho de Sección</b>	1.22 mt			
<b>Distancia desde el Margen</b>	0.35 mt	0.70 mt	1.05 mt	1.23 mt
<b>Profundidad</b>	0.17	0.135	0.09	0
<b>Velocidad de molinete</b>	0.11 m/s			
<b>Área</b>	0.131 m <sup>2</sup>			
<b>Caudal</b>	0.11 m/s x 0.131 m <sup>2</sup> x 1000 lt/m <sup>3</sup> =14 lt/s			

Fuente: Propia



Fuente: Propia

#### IV.5.6 Calidad del agua fuente TKF-12

Según referencia de laboratorio LA-MB-1604-0053-20, los parámetros de calidad del agua de la fuente seleccionada están dentro de los parámetros indicados en las normas nacionales (NTON 09-003-99). La calidad microbiológica la cual da como resultado una concentración de  $3.5 \times 10^3$  UFC/100 ml, este grado de contaminación se reducirá una vez que se realicen las obras de captación con su prefiltro y finalmente la desinfección con cloro.

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	VALOR RECOMENDADO
<b>FISICO - QUIMICO</b>			<b>NTON 09 003-99</b>
Sodio	mg/Lt	5.60	25
Potasio	mg/Lt	0.90	10
Calcio	mg/Lt	5.68	100
Magnesio	mg/Lt	2.41	30
Carbonatos	mg/Lt	< 0.10	NA
Bicarbonatos	mg/Lt	23.60	NA
Sulfatos	mg/Lt	1.54	25
Cloruros	mg/Lt	7.66	25
PH		6.17	6.5-8.5
Conductividad Electrica	µs/cm	64.10	400
Nitritos	mg/Lt	< 0.009	0.1
Nitratos	mg/Lt	3.90	25
Dureza	mg/Lt	24.08	400
Color	mg/Lt (Pt.Co)	15.00	1 - <=15
Hierro	mg/Lt	0.02	0.3
Turbiedad	UNT	2.55	1 - 5 UNT
Amonio	mg/Lt	0.29	0.05 - 0.5
Sol. Tot. Dis.	mg/Lt	43.00	1000
<b>Balance Ionico de la Muestra = 0.64 &lt; 5</b>			
<b>BACTERIOLOGICO</b>			
Coliformes Totales	UFC/100 ml	3.5x10 <sup>3</sup>	0
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	4.9x10 <sup>2</sup>	0
<b>METALES</b>			
Arsenico	UFC/100 ml	<0,001	0.01

Fuente: Propia

De acuerdo al resultado obtenido en el laboratorio del PIENSA, los resultados Físico – Químico se encuentra dentro del rango, no obstante, los resultados bacteriológicos esta fuera de lo permitido, por tanto, se deberá realizar tratamiento al agua, para eliminar cualquier partícula de Coliforme Fecales que puedan dañar el organismo de los habitantes, produciendo enfermedades como la que ha sido anteriormente mencionada en el censo poblacional.

Luego del sistema de tratamiento, se propone la desinfección preventiva del agua por cloración, debido a que la fuente es del tipo superficial y existe un alto riesgo de contaminación microbiológica, y tomando en cuenta que los exámenes de calidad de agua demuestran que el agua es apta para el consumo. Por esta razón el proceso

de desinfección consiste en la aplicación de cloro, a través de un sistema de cloración por desgaste conocido como CTI-8, ubicado en la tubería de salida del tanque. La dotación del cloro proporcionará una concentración de 5 ppm en el punto de aplicación, todo ello para lograr un cloro residual de 2 mg/lit en cualquier punto de la red de distribución. La dosificación variará conforme el control y seguimiento que se haga durante su operación, y será aplicado directamente en el tanque de almacenamiento.

**Nota:**

1 cubeta contiene 30 Kg de Cloro en Pastilla (90 Pastillas). 1 cubeta tiene una duración de 3 Meses.

#### **IV.5.6.1 Cálculo de caudal de diseño**

Para el cálculo de diseño se deberá considerar el consumo máximo día del último año por lo cual está a sido realizada mediante la fórmula  $CMD_{20}^7$ , por tanto, el valor a utilizar es de 0.61 lts /seg.

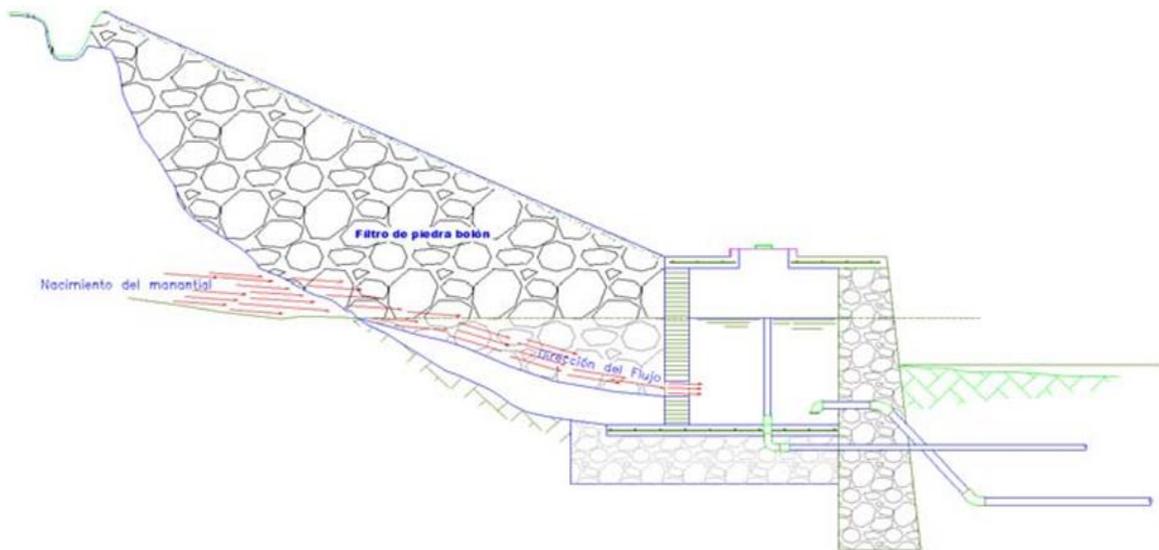
#### **IV.5.6.2 Diseño de captación.**

La obra de captación propuesta será del tipo cerrada. La obra está ubicada al pie de la fuente en el PI-10034 del levantamiento topográfico con una elevación de 79.34 msnm, la constituye un muro de contención de concreto ciclópeo, que servirá para represar el agua que brota del suelo en el nacimiento del manantial, con su prefiltro construido de piedra bolón y grava, encausando el agua a una caja de recolección dotada de accesorios como tubería de rebose y limpieza, tapa de acceso, tubería de salida, para garantizar su buen funcionamiento hasta el final del período de diseño.

---

<sup>7</sup> Página 52, año 20, dato CMH

## Ilustración 5 Esquema de captación



Fuente: propia

### IV.5.7 Cálculo para el bombeo

Para el cálculo de potencia es necesario determinar la altura manométrica total o también conocida como carga total dinámica, la cual esta va a estar sometida la bomba en sus dos direcciones, succión y descarga, por lo cual se debe plantear el siguiente esquema y someter su análisis mediante la fórmula de Hazen - Williams aplicándola con el criterio de longitudes equivalente para la pérdida de carga en sus accesorios.

El análisis del sistema de bombeo se realizará para los 20 años a los cuales es el periodo de diseño que se ha establecido de acuerdo a los criterios de la NTON 09-003-99, donde esta establece que los sistema de bombeo tendrá una vida útil de 20 años siendo estos reemplazado por otros en esas fechas, para el análisis se tomó como caudal de diseño 9.67 GPM, para los cuales los cálculos que compete al análisis de las cargas manométricas, se realizaron por medio del método de longitudes equivalente, siendo este una forma más práctica para realizar estos cálculos.

**Tabla 14 Tabla de longitudes equivalentes**



Nº de diámetros (L/D) y coeficientes K para diferentes accesorios

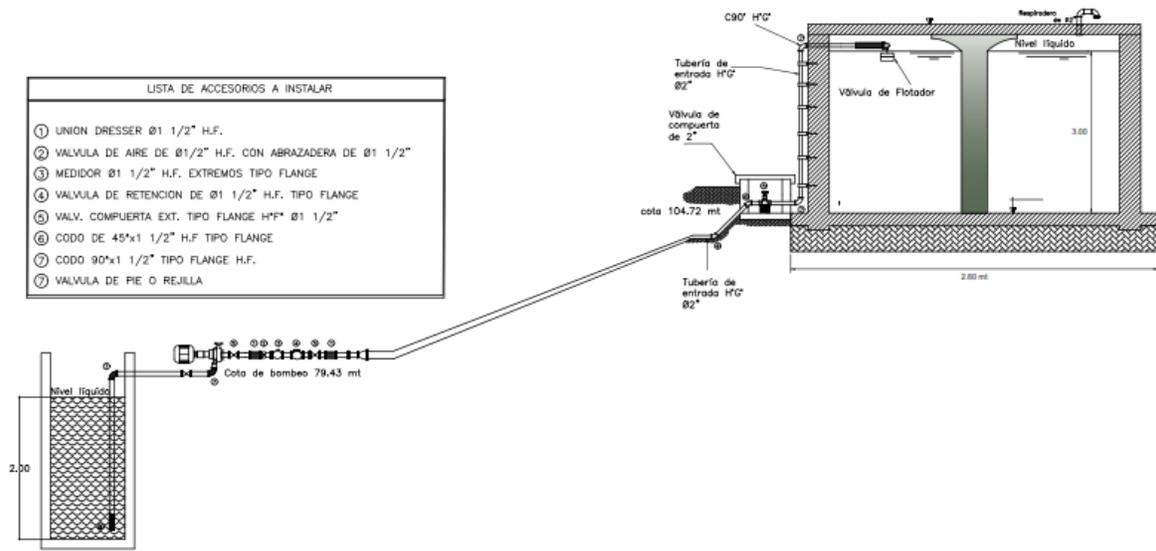
Accesorios	L/D	Diámetro nominal												
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24	
		<b>Valores de K</b>												
Válv.de compuerta(abierta)	<b>8</b>	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1	
Válv.de globo(abierta)	<b>340</b>	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1	
Válv.de retención horizontal(check)	<b>100</b>	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)	<b>50</b>	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6	
Válv.de pie de disco(de huso)con colador	<b>420</b>	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0	
Válv.de pie de disco con bisagra	<b>75</b>	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	
Codós estándar	90°	<b>30</b>	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	<b>16</b>	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	<b>16</b>	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	<b>50</b>	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°	<b>20</b>	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)	<b>20</b>	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con circulación por derivación)	<b>60</b>	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72	

Adaptación de: Cameron Hydraulic data

$$\text{Longitud equivalente} = L/D \times D = n^{\circ}D \times D$$

En los cálculos de bombeo se debe de establecer un diagrama que nos permita determinar las necesidades de la bomba, por ello se propone el siguiente diagrama, los cuales integrados por un conjunto de componentes necesario para la instalación de bombas centrifugas, siendo esta el tipo de uso para tomas de aguas superficiales más común.

## Ilustración 6 Diagrama de bombeo



Fuente: propia

## Cálculos de bombeo

Para el cálculo de bombeo se debe calcular las pérdidas que existe en esta sección del sistema por ello será necesario determinar las longitudes equivalentes de los accesorios, para la sección de succión se propone un diámetro de 2" y para la sección de descarga se propone un diámetro para sus componentes de 2", donde se sabe que la altura de succión corresponde a 2.00 mt, además de poseer un recorrido longitudinal hasta la bomba de 2.5 mt, con ello además la tubería de descarga su longitud corresponde a 183 mt partiendo desde la bomba hasta el tanque a la cual se sumara la longitud de la tubería que eleva el fluido hasta la parte superior del tanque, cuya longitud es de 3 mts.

### **Pérdida de carga por fricción en la succión**

$$hf = \left( \frac{10.679}{C^{1.852}} \right) * \left( \frac{L}{D^{4.87}} \right) * (Q^{1.852})$$

$$hf = \left( \frac{10.679}{150^{1.852}} \right) * \left( \frac{4 + 20.5}{0.05^{4.87}} \right) * (0.00061^{1.852})$$

$$hf = 0.0593078 \text{ mca}$$

### **Pérdida de carga por fricción en la descarga**

$$hf = \left( \frac{10.679}{C^{1.852}} \right) * \left( \frac{L}{D^{4.87}} \right) * (Q^{1.852})$$

$$hf = \left( \frac{10.679}{150^{1.852}} \right) * \left( \frac{183 + 22.8}{0.05^{4.87}} \right) * (0.00061^{1.852})$$

$$hf = 0.49818 \text{ mca}$$

### **Altura manométrica de succión**

$$Hs = \text{Elv. } S + hfs$$

$$Hs = 0.5 \text{ mt} + 0.05567 \text{ mca}$$

$$Hs = 0.55930 \text{ mca}$$

### **Altura manométrica de descarga**

$$Hd = \text{Elv. } d + hfs$$

$$Hd = (104.72 \text{ mt} - 79.43 \text{ mt}) + 3 \text{ mt} + 0.49818 \text{ mca}$$

$$Hd = 28.78818 \text{ mca}$$

### **Altura manométrica total o carga total dinámica**

$$CTD = Hs + Hd$$

$$CTD = 0.55930 \text{ mca} + 28.7881 \text{ mca}$$

$$CTD = 29.35 \text{ mca} * 3.78$$

$$CTD = 96.26 \text{ pie}$$

### **Potencia de la bomba con eficiencia del 75%**

$$PB = \frac{CTD * Q}{3960 * e}$$

$$PB = \frac{96.26 * 9.71}{3960 * 75\%}$$

$$PB = 0.31 \text{ hp}$$

### **Potencia del motor con una eficiencia del 80 %**

$$PM = \frac{PB}{e}$$

$$PM = \frac{0.31 \text{ hp}}{80\%} = 0.39 \text{ hp}$$

Para la selección de la bomba se deberá utilizar una de 0.50 hp de potencia, dado que es el valor comercial más próximo a encontrar en el mercado nicaragüense, esta bomba deberá estar sometida a trabajo por durante 20 años.

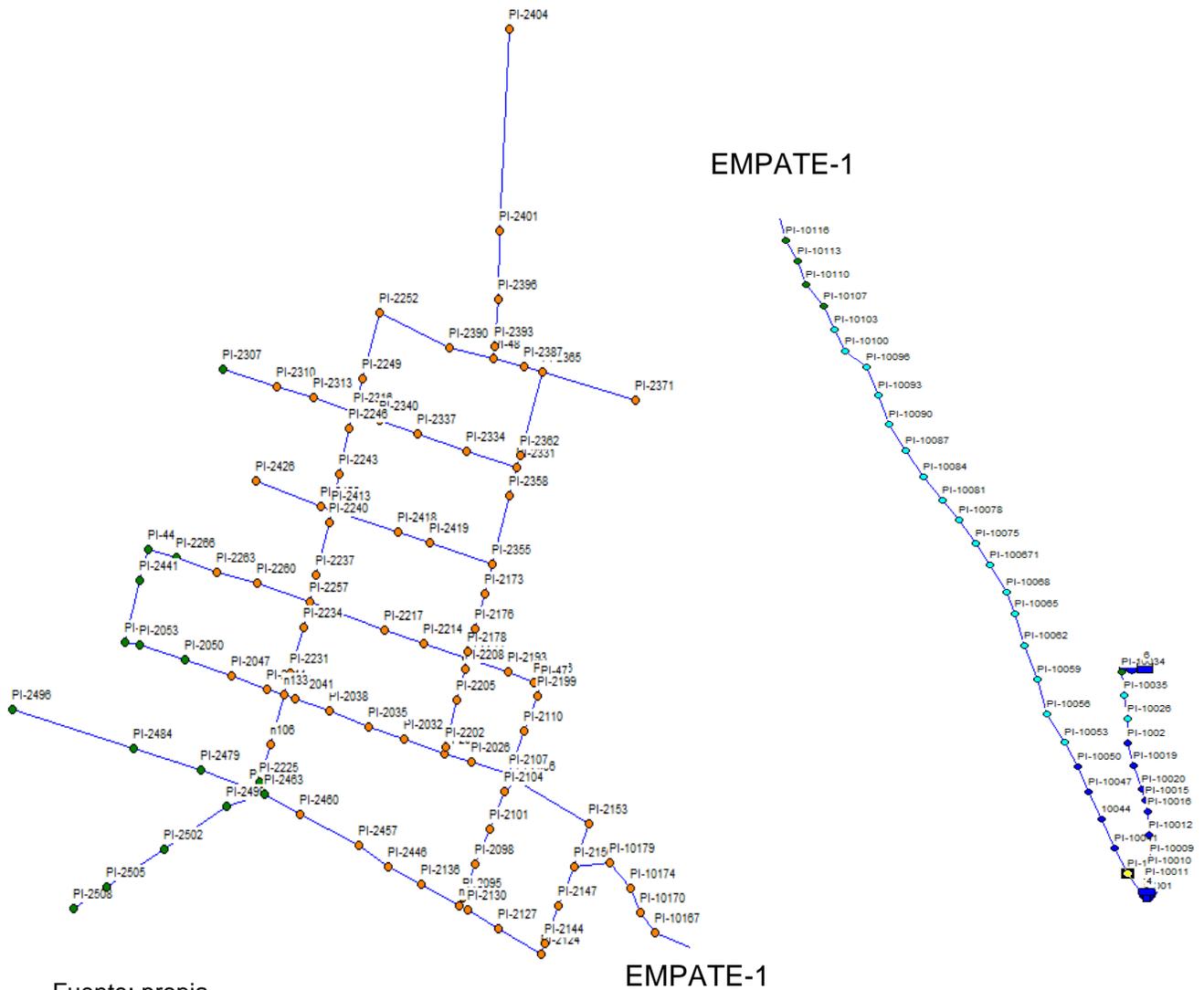
Datos Generales		Formula de Hazen- Williams en funcion del caudal	
Tramo	bomba tanque	$hf = (10.679 / C^{1.852}) \times (L/D^{4.87}) \times Q^{1.852}$	
caudal de diseño Q10 (m3/s)	0.000612		
Distancia de Succión (mt)	2		
Distancia de Descarga (mt)	183	Formula Manometrica	
Cota de Succion (mt)	79.43	Succión Hs= Ds +hfs	
Cota de Descarga (mt)	104.72	Descarga Hd= Dd +hfd	
Diametro de succión	50		
Coefficiente de Rugosidad PVC	150		
Accesorio en la Succión	L/D	Diametro mt	Longitud Equivalente mt
Valvula de retención	100	0.05	5
Codo de 90° (2 unidades)	30	0.05	3
Valvula de pie de rejilla	250	0.05	12.5
<b>Suma</b>			<b>20.5</b>
Accesorio en la Descarga	L/D	Diametro mt	Longitud Equivalente mt
Valvula de aire	150	0.05	7.5
valvula de retención	100	0.05	5
codo de 45° (3 unidades)	16	0.05	0.8
Codo de 90° (2 unidades)	30	0.05	1.5
valvula de compuerta tipo flange	160	0.05	8
<b>Suma</b>			<b>22.8</b>
perdida de carga en el sistema por accesorio	Altura manometrica en el sistema		
<b>Perdida de Carga en la Succión (mca)</b>	0.0593078	<b>Succión Hs (mca)</b>	0.5593078
<b>perdida de carga en la descarga (mca)</b>	0.4981857	<b>Descarga Hd (mca)</b>	28.7881857
Altura manometrica total o Carga total dinamica			
<b>Hb =Hs + Hd (mca)</b>			29.35
Datos Generales			
Potencia de la bomba = CTD*Q/3960*e			
CTD= Pie			96.26
Q =GPM			9.71
e= eficiencia de la bomba			75%
e= eficiencia del motor			80%
Potencia de la bomba (HP)			0.31
Potencia del motor (HP)			0.39
POTENCIA COMERCIAL HP			0.5

Fuente: Propia

### IV.5.7.1 Modelación hidráulica por el Software EPANET

El diseño de la comunidad Kasmitingne es una propuesta MABE, para la cual la distribución del sistema se realiza mediante gravedad, por ello se utiliza los criterios de la NTON 09-003-99 para determinar si el sistema es funcional, para eso se debe determinar las presiones y las velocidades mediante la modelación hidráulica en el software EPANET 2.0, esta herramienta nos permite de manera inmediata conocer las distintas variaciones que pudiera existir en el mismo, así también si la tubería propuesta cumple para el fin cometido.

Ilustración 7 Modelación del Sistema en Epanet



Fuente: propia

Tabla 15 Presiones en el sistema- modelación EPANET

Estado de los Nodos de la Red			
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Presión
	(m)	(LPS)	(m)
Nudo PI-10038	102.983	0.000	3.780
Nudo PI-10041	98.611	0.000	8.070
Nudo 10044	94.733	0.000	11.860
Nudo PI-10047	89.205	0.000	17.300
Nudo PI-10050	87.305	0.000	19.120
Nudo PI-10053	83.382	0.000	22.970
Nudo PI-10056	80.271	0.000	25.990
Nudo PI-10059	79.092	0.000	27.070
Nudo PI-10062	78.407	0.000	27.650
Nudo PI-10065	79.288	0.000	26.670
Nudo PI-10068	80.297	0.000	25.600
Nudo PI-100671	80.553	0.000	25.260
Nudo PI-10075	84.402	0.000	21.340
Nudo PI-10078	82.826	0.000	22.840
Nudo PI-10081	82.173	0.000	23.420
Nudo PI-10084	79.911	0.000	25.600
Nudo PI-10087	77.763	0.000	27.660
Nudo PI-10090	77.479	0.000	27.860
Nudo PI-10093	77.152	0.000	28.100
Nudo PI-10096	77.699	0.000	27.470
Nudo PI-10100	77.742	0.000	27.360
Nudo PI-10103	75.981	0.000	29.060
Nudo PI-10107	74.701	0.000	30.270
Nudo PI-10110	71.547	0.000	33.340
Nudo PI-10113	68.879	0.000	35.940
Nudo PI-10116	67.188	0.000	37.570
Nudo PI-10120	65.393	0.000	39.270
Nudo PI-10123	64.041	0.000	40.550
Nudo PI-10126	62.172	0.000	42.360
Nudo PI-10129	60.132	0.000	44.330
Nudo PI-10132	59.198	0.000	45.190
Nudo PI-10138	58.885	0.000	45.440
Nudo PI-10141	59.042	0.000	45.230
Nudo PI-10143	56.504	0.000	47.710
Nudo PI-10146	58.111	0.000	46.080
Nudo PI-10149	59.214	0.010	44.950
Nudo PI-2150	61.265	0.020	42.270
Nudo PI-2153	61.032	0.010	42.270
Nudo PI-2006	60.595	0.010	42.290
Nudo PI-2107	60.428	0.000	42.420
Nudo PI-2365	59.775	0.010	42.780
Nudo PI-2371	59.419	0.000	43.130
Nudo PI-48	60.190	0.020	42.360
Nudo PI-2393	59.533	0.000	43.020
Nudo PI-2396	59.215	0.000	43.340
Nudo PI-2401	58.598	0.000	43.950
Nudo PI-2404	58.663	0.010	43.890
Nudo PI-2307	62.656	0.010	39.900
Nudo PI-2310	59.634	0.000	42.920
Nudo PI-2313	59.640	0.000	42.910
Nudo PI-2316	59.281	0.020	43.270
Nudo PI-2426	61.276	0.000	41.280
Nudo PI-2422	60.729	0.000	41.830
Nudo PI-2413	60.690	0.020	41.870
Nudo PI-44	65.624	0.010	36.920
Nudo PI-2266	62.565	0.000	39.980
Nudo PI-2263	61.230	0.000	41.320
Nudo PI-2260	60.560	0.000	41.990
Nudo PI-2257	61.779	0.020	40.780
Nudo PI-2438	64.807	0.010	37.730
Nudo PI-2053	63.858	0.000	38.680
Nudo PI-2050	62.811	0.000	39.730
Nudo PI-2047	61.727	0.000	40.810
Nudo PI-2044	61.712	0.000	40.830
Nudo PI-45	61.550	0.020	40.990
Nudo PI-2496	65.350	0.010	37.170
Nudo PI-2484	65.192	0.000	37.330
Nudo PI-2479	64.757	0.000	37.760
Nudo PI-46	63.660	0.000	38.860
Nudo PI-2225	63.505	0.020	39.020
Nudo PI-2508	65.350	0.010	37.170
Nudo PI-2505	65.967	0.000	36.550
Nudo PI-2502	64.665	0.000	37.850
Nudo PI-2499	63.414	0.000	39.110
Nudo PI-2463	63.525	0.020	39.000
Nudo PI-2340	59.565	0.000	42.990
Nudo PI-2337	60.117	0.000	42.440
Nudo PI-2334	59.924	0.000	42.630
Nudo PI-2331	60.578	0.020	41.980
Nudo PI-2418	61.270	0.000	41.300
Nudo PI-2419	61.408	0.000	41.170
Nudo PI-2355	61.048	0.020	41.540
Nudo PI-2217	62.164	0.000	40.450

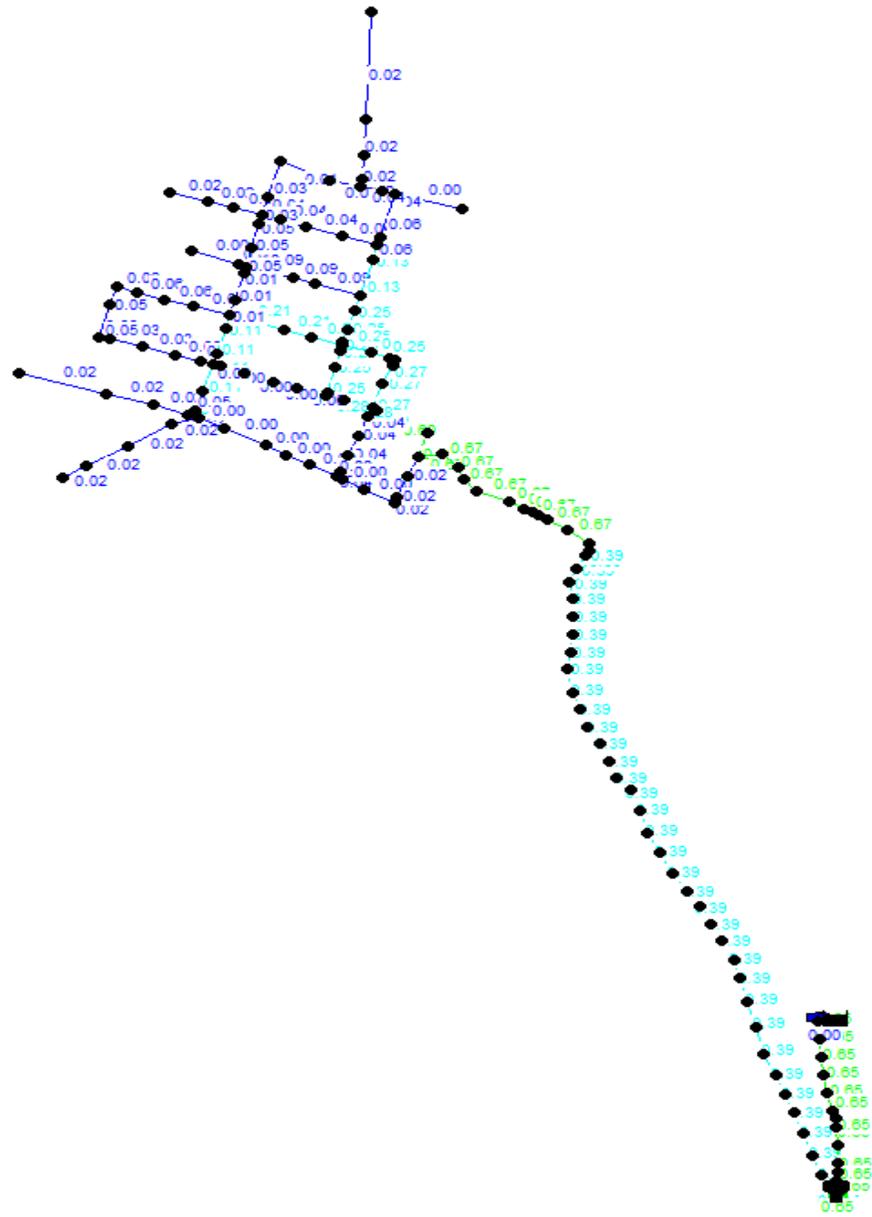
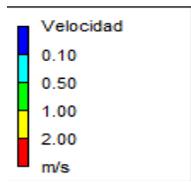
Fuente: propia

Estado de los Nudos de la Red			
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Presión
	(m)	(LPS)	(m)
Nudo PI-2214	61.714	0.000	40.930
Nudo PI-2211	59.684	0.020	42.990
Nudo PI-2133	62.530	0.020	40.360
Nudo PI-2095	62.487	0.000	40.400
Nudo PI-2098	62.082	0.000	40.800
Nudo PI-2101	61.787	0.000	41.100
Nudo PI-2104	61.005	0.000	41.880
Nudo PI-2029	58.129	0.020	44.640
Nudo PI-2202	58.114	0.000	44.640
Nudo PI-2205	58.806	0.000	43.910
Nudo PI-2208	59.777	0.000	42.910
Nudo PI-10179	60.675	0.000	42.930
Nudo PI-10174	61.246	0.000	42.420
Nudo PI-10170	60.859	0.000	42.860
Nudo PI-10167	59.492	0.000	44.280
Nudo PI-10166	58.677	0.000	45.200
Nudo PI-10162	57.769	0.000	46.160
Nudo PI-10161	56.071	0.000	47.890
Nudo PI-10160	57.980	0.000	46.000
Nudo PI-10155	58.622	0.000	45.390
Nudo PI-10152	59.400	0.000	44.690
Nudo n106	62.049	0.000	40.480
Nudo PI-2460	62.062	0.000	40.460
Nudo PI-2457	58.599	0.000	43.920
Nudo PI-2446	59.048	0.000	43.470
Nudo PI-2136	62.304	0.000	40.220
Nudo n111	62.530	0.000	39.990
Nudo n112	62.530	0.000	41.000
Nudo PI-2130	62.549	0.000	40.980
Nudo PI-2127	62.625	0.000	40.910
Nudo PI-2124	62.496	0.010	41.040
Nudo PI-2144	62.350	0.000	41.180
Nudo PI-2147	61.901	0.000	41.630
Nudo PI-2178	59.770	0.000	42.900
Nudo PI-2176	59.997	0.000	42.650
Nudo PI-2173	61.246	0.000	41.370
Nudo PI-2234	61.946	0.000	40.610
Nudo PI-2231	61.807	0.000	40.740
Nudo PI-2193	56.685	0.000	46.030
Nudo PI-2196	57.431	0.000	45.310
Nudo PI-47	57.954	0.010	44.800
Nudo PI-2110	60.465	0.000	42.340
Nudo PI-2199	58.933	0.000	43.830
Nudo PI-2026	57.065	0.000	45.730
Nudo PI-2032	61.091	0.000	41.670
Nudo PI-2035	62.246	0.000	40.520
Nudo PI-2038	62.488	0.000	40.280
Nudo PI-2041	61.960	0.000	40.800
Nudo n133	61.550	0.000	41.210
Nudo PI-2390	60.033	0.000	42.520
Nudo PI-2252	58.773	0.010	43.780
Nudo PI-2387	59.610	0.000	42.940
Nudo PI-2246	59.350	0.000	43.210
Nudo PI-2243	59.955	0.000	42.600
Nudo PI-2249	59.095	0.000	43.460
Nudo PI-2441	63.463	0.000	39.080
Nudo PI-2358	60.053	0.000	42.510
Nudo PI-2237	61.426	0.000	41.130
Nudo PI-2240	60.676	0.000	41.880
Nudo PI-2362	59.797	0.000	42.760
Nudo PI-10034	76.000	0.000	32.130
Nudo PI-10035	80.000	0.000	28.010
Nudo PI-10026	87.120	0.000	20.770
Nudo PI-1002	89.990	0.000	17.790
Nudo PI-10019	92.980	0.000	14.680
Nudo PI-10020	93.500	0.000	14.040
Nudo PI-10015	94.630	0.000	12.850
Nudo PI-10016	95.000	0.000	12.430
Nudo PI-10012	97.410	0.000	9.900
Nudo PI-10009	100.180	0.000	7.010
Nudo PI-10010	100.970	0.000	6.170
Nudo PI-10011	102.430	0.000	4.650
Nudo 10001	104.660	0.000	2.180
Nudo 1	105.000	0.000	2.010
Nudo 2	107.000	0.000	0.000
Nudo 3	107.000	0.000	-0.140
Nudo 5	105.000	0.000	1.840

Fuente: propia

La modelación hidráulica en el software, nos determinó que el sistema es funcional y cumple con los parámetros de la NTON 09-003-99, dada que las presiones registrada se mantuvieron por debajo de los 50 mca y por encima de los 14 mca, garantizando que los habitantes obtendrán el suministro de agua de manera constante y a su vez no debería existir daños en las instalaciones domesticas de cada uno producto de altas presiones.

Para el caso de las velocidades se pudo observar que en la hora de máximo de consumo de la población que corresponde a las 9:00 am, el sistema nos dio resultado, velocidades entre los rangos de 0.02 – 0.39, correspondiendo los niveles más bajo a las zonas de la comunidad donde el asentamiento poblacional no es denso, esto provocando que en esos puntos la demanda existente es casi nula producto a que solo se encuentra 1 viviendas demandante en ese tramo, por tanto el sistema de acuerdo a lo establecido en la NTON 09-003-99, nos indica que los rangos deberán ser entre los 0.6 – 2 m/s, esto ha de hacer hincapié dado que son demandad en los puntos densidad poblacional, por ende el sistema propuesto cumple con lo requisito usando como muestra las zonas más densa de la comunidad para ser evaluada mediante el criterio.



Fuente: propia

#### **IV.5.8 RED DE DISTRIBUCIÓN.**

Para la red de distribución corresponde a una longitud de 3617.18 mt , por tanto en base al análisis previo, sobre el diseño, se propone el uso de tubería de cedula SDR 26, cuya carga de soporte equivale a 110 mca, siendo óptima para el sistema, con ello se garantiza que debido a las presiones durante el tiempo de no uso, donde las presiones son mayores, no creen inconveniente, dando lugar a ruptura o fallas ya sea en la propia tubería o dañando los accesorios domiciliarios que da unión a la red principal, esta deberá ser de 2" dada las recomendaciones del INAA, propuesta en sus correspondiente normativas.

#### **IV.5.9 NIVEL DE SERVICIO**

El nivel de servicio será mediante conexiones de patio en cada una de las viviendas todas estarán provistas de medidores y una toma de agua, la cantidad de conexiones de patio total será de 71 unidades para una cobertura del 100%. Aquí se incluye la escuela, e iglesias, el diámetro dentro de las viviendas, será de 1/2", dado a presentarse mayores diámetros, producirá una pérdida de presiones en los tramos más lejanos o posterior al de esta conexión.

## CONCLUSIONES

La comunidad Kasmitingne, posee una población inicial de 287 habitantes, dicha población presenta diarrea y males estomacales producto a estar ingiriendo agua contaminada por bacterias coliformes de los pozos público de la comunidad, con este estudio pretende dar una alternativa más saludable a la población, por medio de este diseño hidrológico que marca los puntos más importantes y siendo una base para conceptualizar un proyecto para esta zona.

Partiendo del censo poblacional se determinó lo ante mencionado, además de ser el punto de inicio para los cálculos, donde estos, están basado para una proyección a diseño de 20 años, cuya densidad poblacional ser de 470 habitantes para ese periodo, por tanto partiendo de eso, se realizaron los diseños topográficos e hidráulicos correspondiente, los cuales nos permitieron conceptualizar la idea a partir del comportamiento de sus relieves y observaciones in situ que se realizaron en sus previa visita, la selección de la fuente; en donde se llegó a base de razonamiento y valores calculados, a elegir la más óptima, siendo la presentada en este trabajo de tesis , cuyo código es TKF-12, por razones que presentada los valores más alto en las calculo , siendo estos de 14 lt/seg, pudiendo satisfacer los 0.41 lt/seg que demanda la población.

Esto quiere decir que la fuente, no solo permitirá suplir la demanda de esa población, además de poder dar abasto suficiente para las comunidades cercanas que quieran dar uso a ella, es por eso que la preservación de la misma es de carácter primordial para esta persona.

Para la selección del tipo de sistema a utilizar, en este diseño se debió al análisis topográfico que se realizó en las modelación, siendo esta una propuesta MABE (Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico), dado que la ubicación del manantial se encontraba en una cota de 74.00 mt, mientras que el punto más alto donde se pretende ubicar el almacenamiento se encontraba a una cota topográfica de 104 mt, por ende para la impulsión del líquido se debe realizar únicamente con un sistema

de bombeo eléctrico con capacidad de 0.50 hp, cuya alimentación deberá ser por paneles solares, dado que la comunidad todavía no presenta conexiones eléctricas domiciliarias hasta la fecha.

Para el almacenamiento deberá realizarse con un tanque de geometría cilíndrica y estructura de mampostería, el cual deberá ser capaz de albergar un volumen de 15.68 m<sup>3</sup>, dicho volumen corresponde para saciar a la población hasta dentro de 20 años, siendo el periodo establecido para el diseño, las dimensiones a usar serán una altura de 2.71 mt interno y 2.71 m de diámetro, basado en los cálculos será suficiente para dar abasto a esta población, además de garantizar la presiones mínimas para el sistema.

En el caso de las redes de impulsión y distribución se estará usando tubería de PVC, con cedula SDR 26, de la marca Amanco, donde según catalogo permite soportar presiones hasta de 110 mca, esto garantiza a que esta tubería podrá estar sometidas a las cargas del sistema sin generar ruptura a la misma.

Por ello se concluye que el sistema en base a los cálculos y modelación en los softwares utilizado, es funcional, dado a que cumple con las normativas que demanda el INAA, mediante la NTON 09-003-99, donde establece que en el caso de diseños rurales deberán de tener presiones min de 14 mca y Max de 50 mca y velocidades que oscilen entre los 0.6 m/s y 2 m/s, durante su funcionamiento.

Para el caso de la calidad de agua, la fuente mostro valores dentro de los permitido en la norma, exceptuando los valores de coliformes fecales, los cuales se deberá realizar un pretratamiento con cloro en tanque.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar Proyectos de Reforestación en el área de captación.
2. Se debe fomentar y financiar la creación de Viveros para el establecimiento de bosques de galería en la fuente seleccionada, es decir el río seleccionado. El Centro Escolar existente en la Comunidad debe incluir dentro de plan de estudio en cuarto grado hasta el undécimo las formas de conservar y proteger los recursos hídricos.
3. Para el monitoreo del aforo de la fuente se recomienda el aforador tipo Parshall.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ (ENACAL), I. N. (1989). *NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA NTON 09-003-99*. MANAGUA: ENACAL.
- ❖ BASELLI, A. (2012). *mailxmail*. Obtenido de mailxmail:  
[http://www.mailxmail.com/accesorios-instalacion-agua-potable\\_h](http://www.mailxmail.com/accesorios-instalacion-agua-potable_h).
- ❖ HUDIEL, M. S. (2017). *TOPGRAFIA I*. ESTELI.
- ❖ MOLINA, R. (s.f.). *REDES DE DISTRIBUCIÓN*. ESPAÑA.
- ❖ TECVAL. (s.f.). *TECVAL INGENIERÍA EN CONTROL DE FLUIDO*. Obtenido de TECVAL INGENIERÍA EN CONTROL DE FLUIDO:  
[http://www.tecval.cl/que\\_son\\_las\\_valvulas.html](http://www.tecval.cl/que_son_las_valvulas.html)
- ❖ wikipedia. (2017). *wikipedia*. Obtenido de  
[https://es.wikipedia.org/wiki/p%C3%A9rdida\\_de\\_carga](https://es.wikipedia.org/wiki/p%C3%A9rdida_de_carga).
- ❖ Wikipedia. (2018). *Wikipedia*. Obtenido de  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>.
- ❖ WIKIPEDIA. (2018). *WIKIPEDIA*. Obtenido de  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Calidad\\_del\\_agua](https://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua).

## **ANEXOS**

## LISTA DE PROTAGONISTAS KASMITINGNE

PUNTO	NOMBRE DEL JEFE/A DE FAMILIA	SEXO		TOTAL
		M	F	
01	Pablo Julio Cruz	2	4	6
02	Norling Pérez Aragón	1	4	5
03	Fernando Manzanares	8	3	11
04	Isabel Saballo Gómez	4	3	7
05	Jasmir Ortiz Hernández	2	4	6
06	Pascual Medina Torrez	3	1	4
07	Enrique Medina Rugama	1	1	2
08	Marlon Reyes Castillo	1	1	2
09	Lucinio Vargas	3	3	6
10	Jose Ballardo Espinoza	1	0	1
11	Jose Mariano Espinoza Martinez	2	4	6
12	Javier González Masís	1	4	5
13	Osmar Díaz González	2	1	3
14	María Cristina García	3	2	5
15	Conis Gaitán Gaitán	4	4	8
16	Víctor Martínez Gonzales	6	2	8
17	Margarito Urbina	3	4	7
18	Alcides Zamora Aguilar	2	3	5
19	Abigail Aragón Báez	2	3	5
20	Lorenzo Alvarado	2	3	5
21	Marcial Perez Ruiz	4	2	6
22	Isabel Obando	2	1	3
23	Comsepción Manzanares	3	4	7
24	Denis Martínez Gómez	6	3	9
25	Fabio Castro Albarado	6	3	9
26	Ajeo Parrilla López	3	3	6
27	Denis Ojeda Tórrez	2	2	4
28	Walter José Estrada	2	0	2
29	Juan de Dios E	1	1	2
30	Natividad Dávila Espinoza	3	3	6
31	Xiomara Cruz	3	1	4
32	Leonel Urbina	4	3	7
33	Juan Brenes	3	1	4
34	Fredi Torrez	1	1	2
35	Evelio Flores	3	6	9
36	Ariel Aguilar	3	4	7
37	Santos Reyes	1	5	6
38	Gabino Blanco	4	2	6
39	Concepcion Manzanarez	3	4	7
40	Justino Jiron	5	1	6
41	Alexis Montoya Ojeda	4	1	5
42	Ariel Lima	1	1	2
43	Abel Talabera Rivas	1	1	2
44	Antonio Jiron Gonzalez	4	1	5
45	Yorlene del socorro Gomez	0	2	2
46	Arelis Saballo	0	2	2
47	Genaro Rios G	2	3	5
48	Baldo Castro Torrez	2	3	5
49	Martina Davila Espinoza	3	4	7
50	Lucinia Díaz Matamorros	2	2	4
51	Eldad Gomez Lopez	0	2	2
52	Erling Angulo Hernández	3	1	4
53	Pastora Amador Jirón	2	3	5
54	Jose Ruiz	1	4	5
55	David Castro	2	2	4
56	Pascual Jirón Estrada	4	2	6
57	Isidro Aragón Ojeda	1	2	3
	<b>TOTAL</b>	<b>147</b>	<b>140</b>	<b>287</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>51%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>

## Ilustración 8 Levantamiento topográfico



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia

**Tabla 16 Parámetros Bacteriológico**

ORIGEN	PARÁMETRO (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. Todo tipo de agua de bebida.	Coliforme Fecal	Neg	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución.	Coliforme Fecal	Neg	Neg	En muestras no consecutivas.
	Coliforme Total	Neg	≤4	
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme Total	Neg	≤4	En muestras puntuales. No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (C).
	Coliforme Fecal	Neg	Neg	

Fuente: NTON 09-003-99

**Tabla 17 Parámetros Organolépticos**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Color verdadero	mg/l (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C

Fuente: NTON 09-003-99

**Tabla 18 Parámetros fisicoquímicos**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración iones hidrógeno	Valor de pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro Residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	µS/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	-
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	100	-
Cobre	mg/l	1.0	2.0
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l	-	10
Sol. Tot. Dis.	mg/l	-	1000
Zinc	mg/l	-	3.0

Fuente: NTON 09-003-99

**Tabla 19 Parámetros para sustancias no deseadas**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Nitratos-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	25	50
Nitritos-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l		(1)
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.01	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5 <sup>2</sup>
Sulfuro de Hidrógeno	mg/l		0.05

Fuente: NTON 09-003-99

**Tabla 20 Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente: NTON 09-003-99

**Tabla 21 Parámetros para sustancias orgánicas de significado para la salud excepto para plaguicidas**

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
<b>Alcanos Clorados</b>	
Tetracloruro de Carbono	2
Diclorometano	20
1,2-dicloroetano	
1,2-dicloroetano	30
1,1,1 - Tricloroetano	2000
<b>Elenos Clorados</b>	
Cloruro de vinilo	5
1,1- dicloroetano	30
1,2- dicloroetano	50
Tricloroetano	70
Tetracloroetano	40
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>	
Tolueno	
Xilenos	700
Etilbenceno	500
Estireno	20
Benzo-alfa-pireno	0.7
<b>Bencenos Clorados</b>	
Monoclorobenceno	300
1,2-diclorobenceno	1000
1,3-diclorobenceno	
1,4-diclorobenceno	300
Triclorobenceno	20

Otros Compuestos Orgánicos	
di (2-etilhexil) adipato	80
di (2-etilhexil) ftalato	3
acrilamida	0.5
Epiclorohidrina	0.4
Hexaclorobutadieno	0.5
EDTA	200
Acido nitriloacético	200
Dialkitinos	
Óxido de tributilestano	2
Hidrocarburos policíclicos aromáticos totales	0.2
Bifenilos policlorados totales	0.5

**Tabla 22 Parámetros para plaguicidas**

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alacloro	20
Aldicarb	10
Aldrin/Dieldrin	0.03
Atracina	2
Bentazona	30
Carnofurano	5
Clordano	0.2
DDT	2
1,2-dibromo-3,3 cloropropano	1
2,4-D	30
1,2-dicloropropano	20
1,3 dicloropropano	20
Heptacloro y Heptacloroepóxido	0.03
Isoproturon	9
Lindano	2
MCPA	2
Metoxicloro	20
Metolacloro	10
Molinat	6
Pendimetalina	20
Pentaclorofenol	9
Permitrina	20
Propanil	20
Pyridad	100
Simazin	2
Trifluranilo	20
Dicloroprop	100
2,4-DB	100
2,4,5-T	9
Silvex	9
Mecoprop	10

Fuente: NTON 09-003-99

**Tabla 23 Parámetros para desinfección y subproductos de la desinfección**

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
a- Desinfectantes	
Monocloramina	4000
b- Suproductos de la Desinfección	
Bromato	25
Clorito	200
Clorato	
Clorofenoles	
2-clorofenol	
2,4-diclorofenol	
2,4,6-triclorofenol	200
formaldehído	900
Trihalometanos	
Bromoformo	100
Dibromoclorometano	100
Bromodiclorometano	60
Cloroformo	200
Acidos Acético Clorados	
Ac. monocloroacético	(a)
Ac. dicloroacético	50
Ac. tricloroacético	100
Tricloroacetaldehído / cloralhidrato	10
Cloropropanonas	
Haloacetnitrilos	
Dicloroacetnitrilo	90
Dibromoacetnitrilo	100
Bromocloroacetnitrilo	
Tricloroacetnitrilo	1
Cloruro de cianógeno (como CN <sup>-</sup> )	70

Fuente: NTON 09-003-99

## Ilustración 9 Resultado de muestra de calidad de agua



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



### LABORATORIOS AMBIENTALES

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			CERTIFICADO DE ENSAYOS			FQAN1703-0060	
Vielca			DIRECCIÓN			TELEFONO	
			Bolonia del Canal 2, 1 c abajo, 3c al lago, Casa #29			22661503	
ATENCIÓN			CARGO			EMAIL	
Victor Puchades			Representante Vielca Nicaragua			victor.p@vielca.com	
						CELULAR	
						81607772	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO							
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS		
29/03/2017	29/03/2017	06/04/2017	06/04/2017	2726	Dos (02)		
Fecha y Hora de Muestreo			28/03/2017; 08:40 am				
Muestreado por			Henry Murillo				
Supervisor de Muestreo en Campo			Victor Puchades				
Fuente			Manantial				
Tipo de muestra			Agua Superficial				
Observaciones de Ubicación			Kasmitigne				
Coordenadas			NR				
Codificación PIENSA			LA-1703-0234				
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION			Norma CAPRE*	
Visual	Aspecto	NE	PUNTO DE MUESTREO 1			Claro	
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	5.91			NE	
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	55.40			6,5 - 8,5**	
2130-B	Turbiedad	NTU	0.104			400**	
2120-C	Color Verdadero	UC	< 1.00			5	
2320-B	Alcalinidad	mg/L	18.40			15	
2320-B	Carbonatos	mg/L	< 0.10			NE	
2320-B	Bicarbonatos	mg/L	18.40			NE	
4500-B	Nitratos	mg/L	0.58			NE	
4500-B	Nitritos	mg/L	< 0.009			50	
4500-D	Cloruros	mg/L	8.23			0.1	
3500-B	Hierro Total	mg/L	0.042			250	
4500-D	Sulfatos	mg/L	< 1.00			0.3	
2340-C	Dureza total	mg/L	15.52			250	
2340-C	Dureza Calcica	mg/L	9.12			400**	
3500-B	Calcio	mg/L	3.66			NE	
3500-B	Magnesio	mg/L	1.56			100**	
3500-B	Manganeso	mg/L	< 0.02			50	
3500-X	Sodio	mg/L	6.00			0.5	
3500-C	Potasio	mg/L	0.58			200	
4500-C	Fluor	mg/L	0.242			10	
4500-E	Cianuro	mg/L	0.002			0.7	
						0.05	

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005, EPA Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano: \*\* Valor recomendado.

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

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

0005542

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

**LABORATORIO AMBIENTAL**

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

LA-MB-1703-0048-1

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN:		TELEFONO
VIELCA			Bolonía, de Canal 2, 1 cuadra abajo, 1 cuadra al lago, casa # 29		22661503
ATENCIÓN:			CARGO:	EMAIL:	CELULAR
Ing. Victor Puchades			Representante VIELCA Nicaragua	<a href="mailto:victor.p@vielca.com">victor.p@vielca.com</a>	81607772
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:			NUMERO DE MUESTRAS
29/03/2017	29/03/2017	02/04/2017	04/04/2017	2726	Dos(2)
Fecha y Hora de Muestreo			28/03/2017 8:40am		
Supervisor y muestreo de campo			Ing. Victor Puchades		
Muestreado por			Henry Murillo		
Fuente			Manantial		
Tipo de muestra			Agua Superficial		
Coordenadas			NR		
Observaciones de Ubicación			Kasmitigne		
Codificación PIENSA			LA-1703-0234		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		Norma CAPRE*
			PUNTO DE MUESTREO 1		
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	2.2*10		Neg
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	Neg.		Neg

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methodos, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los solicitados por el cliente

COORDINACIÓN  
 TÉCNICA  
 PIENSA-UNI  
 Ph.D. Leandro Páramo Aguilera  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados es de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005543

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS						MP1703-0042
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Vielca			Bolonía del Canal 2, 1c.abajo, 3c al lago.Casa N°29		2266-1503	
ATENCIÓN			CARGO		EMAIL	
Victor Puchades			Representante Vielca Nicaragua		victor.p@vielca.com	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO		INICIO DE ANALISIS		FINAL DE ANALISIS		NUMERO DE MUESTRAS
28/03/2017		05/04/2017		05/04/2017		2726
Fecha y Hora de Muestreo			28/03/2017; 08:40 am		Dos (2)	
Muestreado por			Victor Puchades		Rango o valor máximo permisible	
Supervisor de Muestreo en Campo			Henry Murillo			
Fuente			Manantial			
Tipo de muestra			Agua Superficial			
Observaciones de Ubicación			NR			
Coordenadas			NR		Norma CAPRE*	
Codificación PIENSA			LA -1703-0234			
METODO SM // EPA		ENSAYO REALIZADO PARAMETRO		Unidad		VALOR DE CONCENTRACION
GH		Arsénico		mg/l		PUNTO DE MUESTREO 1
3112-B		Mercurio		mg/l		<0.001
						0.01
						0.01

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta.  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency  
 \*Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE.  
 G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR

Los resultados reportados corresponden a los ensayos realizados por el cliente

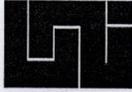
COORDINACIÓN TÉCNICA  
 PID: Leandro Parro Aguilera  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

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

0005540

## **ANEXO DE PLANOS**

## **DOCUMENTOS ACADEMICOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:

MAYORGA PEREZ FRANCISCO ARMANDO

Carne: **2013-61269** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA AGRÍCOLA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los ocho días del mes de febrero del año dos mil dieciocho.

Atentamente,



Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón  
Secretario de Facultad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:

**PÉREZ GÓMEZ DELVIN ELIEZER**

Carne: **2013-61532** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA AGRÍCOLA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los uno días del mes de marzo del año dos mil dieciocho.

Atentamente,



Dr. Francisco Efraín Chamorro Blandón  
**Secretario de Facultad**