



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comarca Las
Hamacas, municipio de Villa Sandino, Chontales”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Janner Josué Fargas Zeledón

Br. Jeffry José Cruz Ramírez

Tutor

Ing. Rafael Antonio Taleno Campos

Managua, Agosto 2022

DEDICATORIA

Lograr concluir este trabajo monográfico se lo dedico a:

En primer lugar, a DIOS todo poderoso, nuestro creador universal, por darme la oportunidad de seguir viviendo y levantarme en mis tiempos de angustia para dar gracias por siempre, porque infinita es su gloria y poder llegar hasta aquí por su voluntad. Gracias padre por el privilegio de la vida, por estar siempre conmigo y jamás abandonarme, aún en medio de mis errores siempre has estado allí. Gracias por darme el don de sabiduría, el entendimiento y la capacidad para poder coronar mi carrera.

A mi madre Ninoska Zeledón Vásquez, que me diera la vida, porque es ella la inspiración e impulso para seguir adelante. Gracias por inculcarme buenos valores y guiarme por el camino de la educación para ser alguien en la vida. Gracias por su amor incondicional, por sus consejos, sus sacrificios, por el apoyo que me ha dado siempre. Este triunfo no es mío, es de usted por todo lo que ha hecho y sigue haciendo por mí sin pedir nada cambio, solo dándome su amor.

A mis abuelos, Gracias por los consejos que me dieron. Que Dios les bendiga y les de muchos años más de vida para seguir disfrutando de ustedes. Mi abuelita paterna que sé que desde el cielo me cuidas, gracias.

A mis hermanos, mis sobrinos y a cada uno de mis familiares, quienes de una u otra forma estuvieron siempre conmigo. Gracias por brindarme su apoyo incondicional y sus buenos consejos.

A mis amigos de toda la vida, con los que compartí muchos años de estudios. Gracias por permitirme ser su amigo. Gracias por el apoyo y la ayuda que me dieron durante estos años. Siempre alentándome a luchar por mis metas e igual gracias a mi amigo de tesis por todo lo que hemos pasado. Gracias.

JANNER JOSUE FARGAS ZELEDON

DEDICATORIA

En primera instancia a Dios, por concedernos esta grandiosa oportunidad de ver materializados los frutos de nuestros esfuerzos a lo largo de tanto tiempo y por regalarnos la sabiduría necesaria para alcanzar este logro.

A mi familia, por ser el motor principal que nos ha impulsado siempre hacia adelante y por el apoyo incondicional en cada etapa de nuestra formación integral.

A nuestros docentes, por su paciencia, entrega y abnegación, pero sobre todo por sus correcciones afectivas que, sin duda, nos han forjado como buenas personas y profesionales.

JEFFRY JOSE CRUZ RAMIREZ

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a DIOS que nos dio la vida, la sabiduría y entendimiento necesario para poder culminar nuestro trabajo monográfico.

A nuestros padres, gracias por su apoyo incondicional y la comprensión que nos dieron durante todo este tiempo, teniendo aun así muchas limitaciones no dejaron de sacrificarse para poder ver nuestros logros y realizar este trabajo.

A nuestro tutor Ing. Rafael Antonio Taleno Campos por su ardua ayuda voluntaria en todo momento. A cada una de las personas que nos asesoraron para aclarar nuestras dudas, ya que sin ellos no hubiéramos podido finalizar nuestra monografía; gracias por todo el apoyo que nos brindaron.

A cada uno de los docentes que nos transmitieron sus conocimientos durante cinco largos años de estudios. Gracias por su paciencia, ayuda y apoyo para que nosotros termináramos nuestra carrera de Ingeniería Civil.

A nuestra alma mater, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, que nos dio la oportunidad de formar parte de ella y poder formarnos como Ingenieros. ¡Gracias!

JANNER JOSUE FARGAS ZELEDON

JEFFRY JOSE CRUZ RAMIREZ

ACRÓNIMOS

FISE: Fondo de Inversión Social de Emergencia

m.c.a: metros columnas de agua

CMH: Consumo Máxima Horario

CPD: Consumo Promedio Diario

CMD: Consumo Máximo diario

CD: Consumo Doméstico

CPI: Consumo Público o Institucional.

CC: Consumo Comercial

CIInd: Consumo Industrial

PIENSA: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios de Ambiente

GPS: Sistema de posicionamiento global

Gpm: Galones por minuto

m H₂O: metros de agua

lps: litros por segundo

ENACAL: Empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillados sanitarios

INAA: Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados

CAPRE: Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

RESUMEN EJECUTIVO

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

El sistema fue diseñado a partir de las normas rurales para el abastecimiento de agua potable regidas por INAA, considerando las particularidades y características que posee la zona. Para su diseño se tomaron criterios hidráulicos que garanticen el funcionamiento eficiente durante la vida útil de la obra.

El diseño comprende un sistema de abastecimiento por medio de bombeo el cual está conectada directa a la red, para el suministro del tanque de almacenamiento se tomó directo de la red para el ahorro de materiales y abaratar el costo de la obra, el vital líquido circulará a presión utilizando una bomba sumergible de 3 hp de potencia. Se dimensionaron las tuberías en la red de distribución con sus velocidades y presiones para que garanticen que el flujo llegue por gravedad desde el tanque hacia los domicilios.

Se elaboró un censo poblacional de la comunidad con el objetivo de determinar a través del método geométrico la proyección futura para el periodo de diseño de este sistema, obteniendo así el consumo máximo diario de 0.8751 lps y un consumo máximo horario de 1.41 lps requerido por la población para el año 2041.

Posteriormente, se efectuó un estudio de calidad de agua para conocer las condiciones de la fuente y ver si era apta para el consumo humano.

Se realizó el levantamiento topográfico con estación total de 3,976.5 metros de red de distribución, en el que se detallan los accidentes y variaciones de cotas del terreno, lo que permitió definir la configuración del sistema y su funcionamiento por bombeo.

Al observar los resultados del laboratorio se determinó que lo necesario para una correcta potabilización será de cloración por dosificador.

Se utilizó el programa WATERGEMS como herramienta para modelar la red y crear un correcto diseño en las que las velocidades y presiones estén dentro de lo establecido por la norma, en él se conocen la carga total dinámica como un correcto dimensionamiento del tanque para que al aplicar las variaciones de consumo siga abasteciendo de manera eficiente a la red. Para comprobación de datos y análisis de cloración se utilizó el software EPANET.

El costo total de la obra es de de C\$ **C\$2,112,254.139** (Dos millones, ciento doce mil, doscientos cincuenta y cuatro, punto ciento treinta y nueve). Para darle curso a la construcción de este proyecto se realizan los planos y especificaciones técnicas.

INDICE

CAPITULO I. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
CAPITULO II. Descripción de área de estudio	6
2.1 Descripción general del municipio	6
2.2 Evaporización	7
2.3 Temperatura	8
2.4 Topografía	8
2.6 Cuencas hidrográficas	9
2.8 Descripción de área de estudio	9
2.8 Vientos	10
2.9 Clima	11
2.9.1 Precipitación	11
2.10 Posición geográfica	14
2.11 Límites	14
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	17
3.1 Censo poblacional	17
3.2 Estudio del crecimiento de la población	17
3.3 Métodos de proyección de población futura	19
3.4 Calidad del agua cruda	19
3.4.1 Calidad Física-química	19

3.4.1.2	Conductividad eléctrica	20
3.4.2	La calidad microbiológica	25
3.5	Topografía.....	26
3.5.1	Alti-planimetría.....	26
3.6	Fuente de abastecimiento.....	26
3.6.1	Períodos de diseño de pozo perforado	26
3.13	Costo y presupuesto	37
CAPITULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....		39
4.1.1	Proyección de la población de diseño	39
4.2.	Recolección y análisis de agua	40
4.3	Tratamiento	40
4.4	Levantamiento topográfico	41
4.5	Fuente de abastecimiento propuesto	41
4.6	Pruebas de bombeo	42
4.7	Estimados de consumo.....	42
4.8	Red de distribución.....	42
4.9	Tanque de almacenamiento	43
4.10	Cálculo hidráulico	44
4.11	Costo y presupuesto.....	44
CAPITULO V: ANALISIS DE RESULTADOS.....		46
5.1	Censo.....	46
5.1.1	DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL.....	46
5.1.2	ACTIVIDAD ECONÓMICA	46
5.1.3	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	47

5.2 ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	48
5.3 TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	49
5.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	50
5.5 DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	51
5.5.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE DISEÑO.....	51
5.5.2 TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA.....	52
5.5.3 ESTIMADOS DE CONSUMO.....	52
5.5.4 FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	54
5.5.5 PRUEBAS DE BOMBEO.....	54
5.5.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA.....	54
5.5.7 RED DE DISTRIBUCION.....	56
5.5.8 SELECCIÓN DE TUBERÍA:.....	58
5.5.8.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO:.....	58
5.5.8.2 CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE.....	59
5.5.9 MODELACIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN EN WATERGEMS.....	61
5.5.9.1 ANÁLISIS ESTÁTICO.....	61
5.5.9.2 ANALISIS DINAMICO.....	68
A) FACTORES DE VARIACION HORARIA DEL CONSUMO EMPLEADO EN EL AREA DE PROYECTO.....	68
B) RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN WATERGEMS	69
C) RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EPANET PARA COMPARAR DATOS DE WATERGEMS Y SIMULACION DE CLORACION.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PERÍODO DE DISEÑO DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	27
TABLA 2. ADEMÉS MÍNIMOS DE POZOS SEGÚN CAUDAL.....	28
TABLA 3. CONSUMO COMERCIAL, INDUSTRIAL, PÚBLICO E INSTITUCIONAL	34
TABLA 4. DATOS DE POZO EXISTENTE.....	42
TABLA 5. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO.....	48
TABLA 6. DATOS DE LA POBLACIÓN	51
TABLA 7. SELECCIÓN DE LA BOMBA.....	55
TABLA 8. CAUDALES POR NODO	57
TABLA 9. GOLPE DE ARIETE.....	59
TABLA 10. RED DE DISTRIBUCION.....	61
TABLA 11. NODOS	63
TABLA 12. FACTORES DE VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO	68
TABLA 13. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 1.	70
TABLA 14. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 2.	72
TABLA 15. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 3.	74
TABLA 16. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 4.	76
TABLA 17. ANÁLISIS DE PRESIONES Y CLORO EN LOS NODOS.....	78
TABLA 18. COSTO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA Y PROPUESTA DE SANEAMIENTO.....	82

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. EVAPORIZACIÓN MENSUAL DE VILLA SANDINO	7
GRÁFICA 2. TEMPERATURA MENSUAL DE VILLA SANDINO.....	8
GRÁFICA 3. VELOCIDAD DEL VIENTO EN VILLA SANDINO	11
GRÁFICA 4. PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN EN VILLA SANDINO	11
GRÁFICA 5. DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL.....	46
GRÁFICA 6. ACTIVIDAD ECONÓMICA Y EMPLEO EN LA COMUNIDAD	47
GRÁFICA 7. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	47
GRÁFICA 8. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 1.....	69
GRÁFICA 9. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 2.....	71
GRÁFICA 10. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 3.....	73
GRÁFICA 11. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 4.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MACRO LOCALIZACIÓN	14
FIGURA 2. MICRO LOCALIZACIÓN.....	15
FIGURA 3. PASOS PARA RECOLECTAR LA MUESTRA.....	40
FIGURA 4. DETALLE DE ZONA DE UBICACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y RED	50
FIGURA 5. VISTA PLANTA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	51
FIGURA 6. CURVAS DE OPERACIÓN DE BOMBAS	56
FIGURA 7. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 2 AL 8.....	64
FIGURA 8. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 9 AL 15.....	65
FIGURA 9. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 16 AL 19.....	66
FIGURA 10. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 22 AL 27.....	67
FIGURA 11. SIMULACIÓN EN EPANET DEL ANÁLISIS DINÁMICO.....	77



Capítulo I. Generalidades



"Sabemos que cuando protegemos nuestros océanos, protegemos nuestro futuro" Bill Clinton

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El agua es un elemento indispensable para la vida, cubre casi cuatro quintas partes de la superficie terrestre y en las personas representa aproximadamente el 70 % del peso total del cuerpo.

El ser humano la utiliza, como elemento para su nutrición, aseo, bebida, alimentos, lavados de ropas, limpieza de cara, etc.; pero la salud humana no depende solamente de la cantidad sino también de la calidad del agua a utilizar.

En el siguiente trabajo se realizará el estudio y diseño de un sistema de fuente, red, tanque, de agua potable por gravedad. El sitio para el presente estudio corresponde a la comunidad de Las Hamacas, ubicada en el municipio de Villa Sandino, Chontales, aproximadamente a 8 km de la cabecera municipal.

Las fuentes de abastecimiento de la comunidad están agotadas y no tienen capacidad para satisfacer la demanda actual (68 viviendas). En toda la comunidad, existen 5 pozos comunales de los cuales no todos funcionan, dos están excavados con perforadora y los demás artesanalmente. Debido a la problemática del servicio de agua potable la población tiene que recorrer alrededor de 1.5 km para poder obtener el líquido vital para la vida y abastecer las necesidades de sus hogares.

Este proyecto consiste en hacer un estudio de calidad de agua (Físico, Químico, Microbiológico), así como el levantamiento topográfico del terreno, para conocer cuáles son las elevaciones que presenta este para así mismo poder hacer su estudio hidráulico, y con el análisis de calidad de agua poder definir el tipo de tratamiento a diseñar y así mismo dar una solución al problema que se está presentando en esta comunidad.

Este proyecto permitirá tener una mejor calidad de vida de los habitantes, de manera que aseguren que la población consuma una excelente calidad de agua y así mismo cumplir con el objetivo número seis de desarrollo sostenible (Agua Limpia y Saneamiento).

1.2 Antecedentes

El sistema de suministro de agua potable es un procedimiento de obras, de ingeniería que con un conjunto de tuberías enlazadas permiten llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural. (DOCPLAYER, 2005).

En la comarca Las Hamacas, el tema de agua potable es una situación que se ha visto como un problema por falta de interés y los recursos invertidos de las autoridades competentes.

La demanda del recurso hídrico no ha sido satisfecha en esa comarca debido a las pocas inversiones realizadas por las autoridades correspondientes. Solamente se conocen inversiones para dotar a la población de Las Hamacas de este recurso tal es el caso de Plan Nicaragua, mediante la perforación por pozos ubicados en la comunidad.

Según la Alcaldía Municipal de Villa Sandino en los últimos dos años la población ha crecido evidentemente; de tal manera que los pozos que existen en la comarca, no abastecen en su totalidad a la población ya que 4 de ellos en estación en verano se secan y uno de ellos el agua es muy sucia, debido a esto los pobladores se trasladan a ríos para realizar algunas actividades en las que se ocupa del vital líquido.

Desde hace algunos años pobladores del sector, han asistido a cabildos organizados por la alcaldía, y aún no se les ha dado alguna respuesta ante esta situación. Cabe mencionar que, debido a esta necesidad existente en la comarca, han surgido enfermedades que los pobladores ya consideran comunes, ya que algunos de ellos abastecen sus hogares de quebradas y ojos de agua.

Existen algunas fuentes hídricas que pueden servir como base para dar solución al problema, ya sea por sistema de bombeo como son el río y algunas quebradas, también cuenta con el cerro Bijawa, que desde siempre se ha conocido como el cerro de agua, pues cuenta con las características, para iniciar un estudio de sus aguas y de un posible sistema por medio de la gravedad.

En la comarca hay cinco pozos dos perforados y tres de manera artesanal financiados por el FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia), los cuales 2 de ellos se

realizaron en la década de los 90 y los otros tres a inicios del 2000, por el mal uso y por falta de mantenimiento los pozos están en condiciones críticas tales son que en no cumplen en las demandas exigidas por los habitantes la situación cada vez empeora con la situación de la calidad del vital líquido.

1.3 Justificación

El estudio para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Comarca Las Hamacas del municipio de Villa Sandino Chontales se sustenta en la necesidad de los pobladores de tener un servicio básico esencial para la vida que ayuden a alcanzar condiciones de vida aceptables y a combatir enfermedades gastrointestinales que se presentan en un alto número en la población infantil.

En la actualidad la Comarca Las Hamacas, no cuenta con agua potable, solamente con pozos excavados y perforados, algunos de carácter privados y otros comunales (mismos que cuentan solamente con un proceso de potabilización, que es la desinfección); quienes forman las principales fuentes de abastecimientos en el sector.

La Comarca Las Hamacas cuenta con 68 viviendas, también con una escuela donde asisten 46 estudiantes en diferentes modalidades preescolar y primaria, quienes se ven afectados directamente por la falta de este servicio.

El presente estudio se realizó para dar respuesta a la necesidad que presenta la población, a fin de mejorar la calidad de vida de estos y reducir de esta manera enfermedades que se puedan adquirir a través del agua, así como facilitar el acceso a la población de obtener el vital líquido, posicionándose como los principales protagonistas de esto, quién a su vez beneficiará a algunas entidades públicas.

El sistema de abastecimiento tendrá como propuesta un pozo perforado ubicado en la Comarca Las Hamacas, quien cuenta con las condiciones adecuadas, para que se realice un sistema de red eficiente, por medio de bombeo hacia el tanque y luego por gravedad la distribución. Por lo tanto, es necesario realizar el estudio y diseño de un sistema de red de agua potable, que permita beber el líquido en condiciones adecuadas para el consumo humano.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Realizar el diseño de red de abastecimiento de agua potable por medio de gravedad en La Comarca Las Hamacas, municipio de Villa Sandino, Chontales.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Realizar censo poblacional para los usuarios del servicio, y de esta forma conocer la población hasta el periodo de diseño.
- 2) Realizar un estudio de calidad de agua de la fuente en estudio, según lo establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.
- 3) Realizar levantamiento topográfico de la línea de conducción y red de distribución de las casas beneficiadas, utilizando los equipos topográficos necesarios.
- 4) Determinar el tratamiento más adecuado debido al análisis de calidad de agua realizado en la fuente.
- 5) Diseñar y modelar la línea de conducción y red de distribución utilizando el software WATERGEMS.
- 6) Realizar una propuesta de costo y presupuesto del sistema de tratamiento, línea de conducción, distribución y tanque de almacenamiento.



Capítulo II. Descripción del área de estudio



"El agua sucia no puede lavarse" proverbio africano.

CAPITULO II. Descripción de área de estudio

2.1 Descripción general del municipio

El municipio de Villa Sandino presenta una tipología única que quiebra los esquemas organizativos territoriales debido a que es el único municipio que se perfila con su cabecera municipal y cuatro poblados casi de igual magnitud en cuanto a población y estructura urbanística y en donde cada poblado posee sus comarcas que unidos poblados y comarcas forman el municipio de Villa Sandino.

- **Flora**

La flora de municipio está conformada por: Laurel, cedro macho, cedro real, caoba, roble, ceiba, pochote, espavel, guayabón, madero, níspero, palo de agua, y una gran variedad de plantas ornamentales y medicinales.

- **Fauna**

La fauna está caracterizada por: Venados, zainos, guarda tinajas, garrobos, iguanas, cusucos, monos, congos, tigrillos, chocoyos, cancanes, zapoyoles, zopilotes, palomas, roedores, palomas de castilla, zanates, gallinas de monte, guises, ardillas.

Las actividades económicas que predominan en el municipio son la ganadería y la agricultura.

- **Ganadería**

La principal actividad económica del municipio es la ganadería ocupa el primer lugar como actividad productiva, la producción láctea a nivel municipal oscila en aproximadamente unos 45,000 galones de leche diario de la cual se comercializa en líquido un 40% de esta producción y el 60% es procesada por los productores para producir el queso y la crema para consumo municipal y de otras regiones del país.

Existe otra actividad económica importante que es la comercialización de ganado en pie, el cual se comercializa a otros sectores del país que tienen mataderos. El municipio aporta el 20% de carne a nivel nacional para consumo interno y exportación

- **Agricultura**

La agricultura del Municipio históricamente ha sido una actividad de carácter secundario en relación a la ganadería, esta es destinada para auto consumo de la población.

Esta situación ha sido motivada por la escasa infraestructura de caminos y carreteras que impiden hacer de la agricultura una actividad económica rentable.

Los cultivos predominantes de la zona son: maíz, frijol, arroz, café y musáceos. Además, se da la crianza porcina familiar la que sirve únicamente para auto consumo siendo muy poca la producción de esta por lo que no puede desarrollarse como un rubro para exportación (UNIFOM, 2015).

2.2 Evaporización

En la gráfica 1, se muestran los diferentes niveles de evaporización que se presentan en el municipio durante todo el año, hay una clara disminución en los meses en los cuales las temperaturas son más bajas como lo son septiembre, octubre y noviembre. En los meses que la temperatura aumenta la evaporización tiende a subir a niveles muy superiores, como podemos observar estos meses son marzo, abril y mayo.

GRÁFICA 1. Evaporización mensual de Villa Sandino

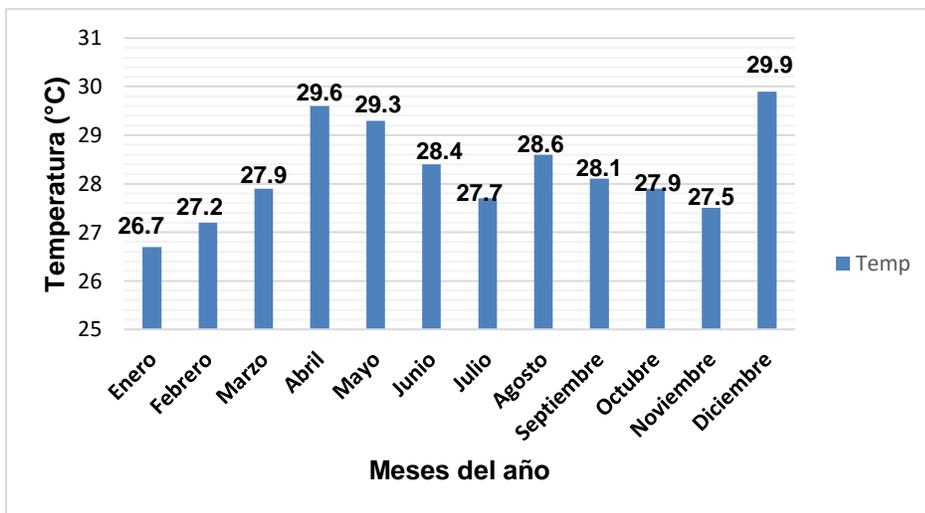


Fuente: (INETER, 2016)

2.3 Temperatura

Se muestran a continuación en la gráfica 2, los datos de las temperaturas experimentadas a lo largo del año, es muy claro la variación que hay entre las diferentes estaciones del año como lo son las dos más notables, invierno y verano. En los meses donde el verano es más fuerte podemos ver unas temperaturas elevadas como son: Diciembre, abril y mayo. En los meses de invierno la temperatura cae a niveles por debajo a los de verano, en estos meses se encuentran: Enero, febrero, julio y noviembre.

GRÁFICA 2. Temperatura mensual de Villa Sandino



Fuente: (INETER, 2016)

2.4 Topografía

El territorio municipal, se considera en su casi total extensión, quebrado, irregular y rocoso atendiendo a las montañas y serranías que se extienden por todos los rumbos de su área.

Entre las montañas y alturas, merecen mencionarse: Cerro Santa Clara, Cerro Maciza, Cerro Gateada, Quinama, Angostura, Garrobo grande, Guarumo, Lajeroso Rito, Muluco, Las Pavas, Muhán, El Chilamate.

2.3 Tipos de suelos existentes

Este municipio tiene la característica de tener suelos: Alfisoles, entisoles, inceptisoles, molisoles, ultisoles y vertisoles. El mayor porcentaje de sus suelos son: alfisoles y molisoles. Los suelos alfisoles presentan características diferenciado especialmente el horizonte de arcilla. Son pobres en nutrientes por eso requiere de fertilizantes. Y los molisoles son todo lo contrario son suelos con una gruesa capa de superficie orgánica oscura. Posee excelente fertilización y son suelos muy buenos para la producción agrícola (MTI, 2015).

2.5 Usos del suelo

En la comarca las hamacas el suelo es destinado a dos áreas como lo son la ganadería y la agricultura debido a su composición es muy productivo en estas dos ramas.

2.6 Cuencas hidrográficas

Los principales ríos del municipio son, Río Mico, Bulum, El Chilamate, Muhán, Kinama, Rama, Kamusasca, Kiriligua. Todos estos ríos mantienen un caudal constante durante todo el año.

Los principales ríos que se encuentran en la comarca son: Rio mico, kinama, Ocungua, Rio escondido, cabe resaltar que no cuenta con lagunas.

2.7 Problemática de los recursos hídricos del municipio

El municipio de Villa Sandino cuenta con un gran problema del recurso hídrico debido que el abastecimiento depende de pozos los cuales presentan déficits en sus caudales ya que tienen mucho tiempo de estar en servicios y sobrepasaron su capacidad para poder abastecer de manera eficiente, lo que ha causado que no haya un continuo abastecimiento a sus habitantes.

2.8 Descripción de área de estudio

La Comarca Las Hamacas, pertenece al municipio de Villa Sandino, se ubica en el km 198 carretera al Rama, a 8 km de la cabecera municipal (Ver mapa 2 macro localización).

Por su extensión territorial es una de las Comarcas más pequeñas del municipio. Dicha Comarca es un área rural en la cual la mayoría de las casas son humildes debido a que los principales ingresos económicos de sus habitantes son de sus cultivos. Cuenta con un restaurante, escuela primaria y una iglesia. Cuenta con energía eléctrica y 5 pozos públicos. Es un área que a lo largo de la historia ha tenido problemas con el agua potable debido a la escasez de fuente de la cual se puedan abastecer.

- Nombre del municipio: Villa Sandino
- Nombre de la Comarca: Las Hamacas
- Nombre del departamento: Chontales
- Fecha de fundación: 27 de agosto 1942
- Extensión Territorial: 677 km²

2.8 Vientos

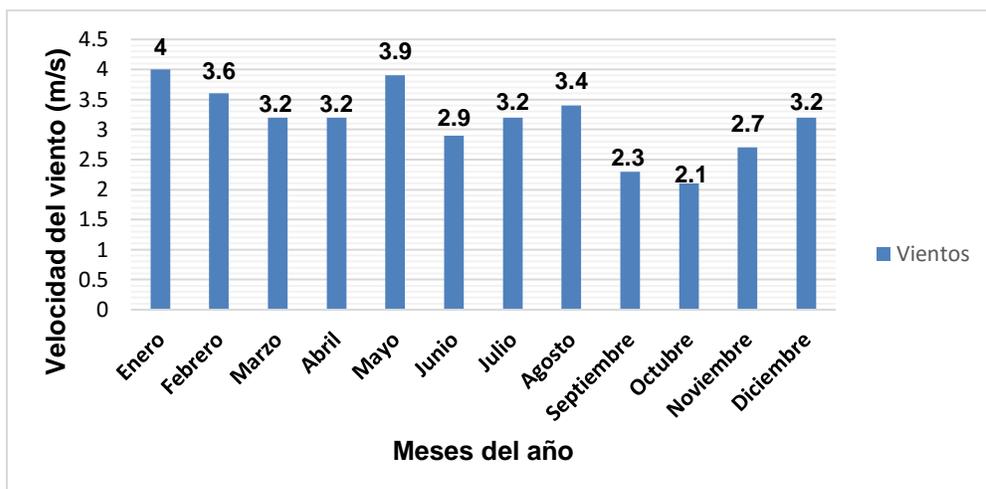
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Villa Sandino tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 5.8 meses, del 20 de noviembre al 12 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 2.5 m/s. Los meses más ventosos del año en Villa Sandino son enero y mayo, con vientos a una velocidad promedio de 3.95 m/s.

El tiempo más calmado del año dura 6.2 meses, del 12 de mayo al 20 de noviembre. El mes más calmado del año en Villa Sandino es octubre, con vientos a una velocidad promedio de 2.1 m/s como se observa en la gráfica 3.

GRÁFICA 3. Velocidad del viento en Villa Sandino



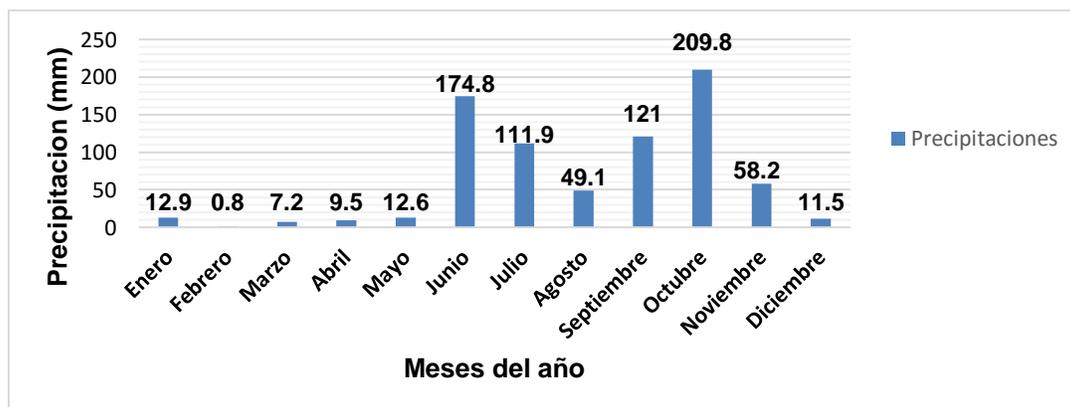
Fuente: (INETER, 2016)

2.9 Clima

2.9.1 Precipitación

En el municipio existen dos estaciones claras en el año las cuales son invierno y verano, debido a eso hay un claro periodo de tiempo en el cual las lluvias son abundantes en los que encontramos los meses de: junio, julio, septiembre y octubre. El otro periodo en el cual son escasas son los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y diciembre, en la gráfica siguiente se ve muy claro como los valores de precipitación son tan diferentes a lo largo del año como se observa en la gráfica 4.

GRÁFICA 4. Promedio mensual de precipitación en Villa Sandino



Fuente: (INETER, 2016)

En Villa Sandino, la temporada de lluvia es opresiva y nublada, la temporada seca es bochornosa y parcialmente nublada. Durante el transcurso del año, las precipitaciones generalmente varían de abundantes a escasas.

En Villa Sandino, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Villa Sandino comienza aproximadamente el 23 de noviembre; dura 4.7 meses y se termina aproximadamente el 14 de abril.

El mes más despejado del año en Villa Sandino es enero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 72 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 14 de abril; dura 7.3 meses y se termina aproximadamente el 23 de noviembre.

El mes más nublado del año en Villa Sandino es junio, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 89 % del tiempo.

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Villa Sandino varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5.8 meses, de 15 de mayo a 9 de noviembre, con una probabilidad de más del 21 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Villa Sandino es septiembre, con un promedio de 11.6 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 6.2 meses, del 9 de noviembre al 15 de mayo. El mes con menos días mojados en Villa Sandino es enero, con un promedio de 0.4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Villa Sandino es septiembre, con un promedio de 11.6 días. En base a esta categorización, el tipo más

común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 41 % el 1 de octubre.

La temporada de lluvia dura 7.8 meses, del 17 de abril al 11 de diciembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Villa Sandino es octubre, con un promedio de 209.8 milímetros de lluvia.

El periodo del año sin lluvia dura 4.2 meses, del 11 de diciembre al 17 de abril. El mes con menos lluvia en Villa Sandino es enero, con un promedio de 2 milímetros de lluvia.

La duración del día en Villa Sandino no varía considerablemente durante el año, solamente varía *50 minutos* de las *12 horas* en todo el año. En 2021, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 25 minutos de luz natural; el día más largo es el 20 de junio, con 12 horas y 50 minutos de luz natural.

Se basó el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

En Villa Sandino la humedad percibida varía extremadamente.

El período más húmedo del año dura 9.5 meses, del 15 de abril al 30 de enero, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 56 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en Villa Sandino es octubre, con 30.7 días bochornosos o peor.

El mes con menos días bochornosos en Villa Sandino es marzo, con 13.6 días bochornosos o peor (UNIFOM, 2015).

2.10 Posición geográfica

La comarca Las Hamacas está ubicada a 198 km de la ciudad de Managua, capital de la República de Nicaragua y a 57 Km de su cabecera departamental Juigalpa, Chontales (Ver mapa 2 macro localización). Está ubicada entre las coordenadas 12° 2' 53.9" Latitud Norte y 84° 59.617' Longitud Oeste.

2.11 Límites

Los límites de la Comarca son:

- Al Norte: Comarca La Angostura
- Al Sur: Comarca Riito
- Al Este: Comarca La Angostura
- Al Oeste: Comarca La Angostura

En la figura 1 y 2, se puede observar la macro y micro localización de la comarca Las Hamacas en el departamento de Chontales.



FIGURA 1. Macro localización

Fuente: (INIDE, Departamentos y Municipios de Nicaragua INIDE, 2016)

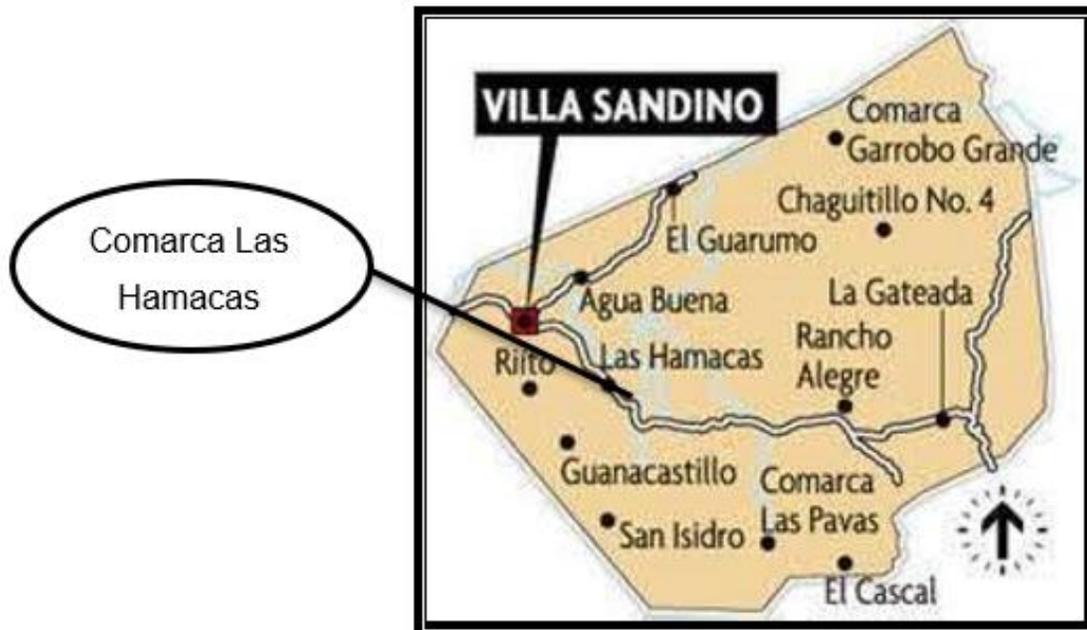


FIGURA 2. Micro localización

Fuente: (INIDE, Departamentos y Municipios de Nicaragua INIDE, 2016)



Capítulo III. Marco teórico



"Olvidamos que el ciclo del agua y el ciclo de la vida son uno mismo" Jacques Y. Cousteau.

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 Censo poblacional

Uno de los primeros pasos al preparar un proyecto de abastecimiento de agua potable, consiste en determinar la cantidad futura de agua que debe servir a la comunidad al final del período de servicio, con el objetivo de prever en el diseño la capacidad de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, equipos de bombeo, plantas de tratamiento y futuras extensiones de servicio. Sin embargo, antes de conocer la cantidad de agua a suministrar, es preciso estimar el número de personas que se va a favorecer con el abastecimiento.

En Nicaragua, el organismo estatal encargado de llevar los datos oficiales acerca del crecimiento poblacional es el Instituto Nacional de Información y Desarrollo, cuyos datos abarcan a todo el país. Se cuenta con datos censales de 1955, 1971, 1995 y el último que se realizó en el 2005.

El crecimiento demográfico de las poblaciones, se debe a los siguientes factores: La tasa de natalidad, la tasa de mortalidad y las migraciones. Las dos primeras, constituyen el crecimiento vegetativo.

El crecimiento poblacional, está íntimamente ligado al tamaño del proyecto y por tanto, al período de diseño que se analice. Debido a factores imprevisibles, una población no puede ser extrapolada con seguridad a más de 20 años, pues durante períodos más largos, podrían ocurrir fenómenos de crecimiento que distorsionen en alto grado la magnitud del proyecto que se vaya a adoptar (INIDE, 2016).

3.2 Estudio del crecimiento de la población

El crecimiento de la población de una ciudad está en función de su desarrollo socioeconómico e industrial. El sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de propiciar y estimular ese desarrollo, por lo que la determinación de la población actual y futura es uno de los elementos determinantes en el diseño de un abastecimiento de agua

potable; con ella se podrán proponer los componentes que forman un acueducto: Capacidad de fuentes de abastecimiento y almacenamiento, diámetro de tuberías, tamaño de los equipos de bombeo, etc.

La cantidad de agua necesaria en un sistema de agua potable en una comunidad depende de la población y de la contribución per cápita y por lo tanto si se desea proveer con exactitud la cantidad de agua necesaria es imprescindible llevar a cabo los estudios de población. Existen parámetros para determinar la población futura:

- Conocer la población actual
- Ritmo de crecimiento histórico

La tasa de crecimiento poblacional es el aumento (o disminución) de la población por año en un determinado período debido al aumento natural y a la migración neta, expresado como porcentaje de la población del año inicial o base (INIDE, 2016).

Las ecuaciones para calcular la población futura son:

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

En donde:

P_n: Población proyectada al año “n” (hab.)

P_o: Población inicial (hab.).

r: Tasa de crecimiento (notación decimal)

n: intervalo de tiempo (años)

$$r = \left[\frac{P_n}{P_o} \right]^{\frac{1}{n}} - 1$$

Dónde:

P_n: Población del año “n”

P_o: Población al inicio del período de diseño

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

n: Número de años que comprende el período de diseño (CTN, 2020).

3.3 Métodos de proyección de población futura

Existen muchas metodologías de proyectar la población, pero el método de proyección que se aplica más frecuentemente en Nicaragua es el método geométrico.

La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2,5% ni mayor de 4% (INAA, 2020).

3.4 Calidad del agua cruda

El agua es un recurso natural indispensable para la vida. Constituye una necesidad primordial para la salud, por ello debe considerarse uno de los derechos humanos básicos. En las sociedades actuales el agua se ha convertido en un bien muypreciado, debido a la escasez, es un sustento de la vida y además el desarrollo económico está supeditado a la disponibilidad del agua.

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación, pero esta misma facilidad de regeneración y su aparente abundancia hacen que sea el vertedero habitual de residuos sólidos, pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc.

El agua destinada para el consumo humano idealmente debe estar libre de sustancias químicas y biológicas que constituyan un peligro para la salud, y debe ser determinada para su tratamiento. Los diferentes parámetros de calidad se resumen normalmente en dos grandes grupos (Bentley Systems, 2019).

3.4.1 Calidad Física-química

Se consideran importantes los siguientes parámetros que permiten evaluar la calidad física-químicas del agua:

- Potencial de hidrogeno
- Conductividad eléctrica
- Turbiedad

- Color verdadero
- Alcalinidad
- Carbonatos y bicarbonatos
- Nitratos
- Cloruros
- Hierro total
- Sulfatos
- Dureza total
- Dureza cálcica
- Calcio
- Magnesio
- Manganeso
- Sodio
- Potasio
- Flúor (CAPRE)

3.4.1.1 Potencial de hidrógeno

Según (Sánchez, 2017), la principal consecuencia causada por la variación de pH al medio ambiente se centra en daños sufridos por los peces de agua dulce y a los invertebrados que viven en el fondo, pero el impacto ambiental más significativo comprende el efecto sinérgico que es la combinación de dos o más sustancias que producen efectos mayores que la adición independiente.

3.4.1.2 Conductividad eléctrica

Las variaciones de la conductividad del agua influyen en los efectos provocados por otros parámetros ya que, a mayor conductividad del agua, mayor es la concentración de sólidos y sales disueltas en ella. Pero directamente no presenta ningún daño a la salud o al ambiente, (Ramos, 2003).

3.4.1.3 Turbiedad

Según (Sánchez, 2017), expresa que la turbiedad es una medida en que el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión provocando una disminución de la actividad fotosintética de plantas y algas que trae como consecuencia una baja en la concentración de oxígeno.

3.4.1.4 Color verdadero

Las variaciones drásticas de color en el agua, son debidas a la formación de sulfuros metálicos, generalmente en las aguas residuales, pero las aguas que contienen coloración debido a sustancias naturales en descomposición no son consideradas tóxicas, pero normalmente la coloración de estas aguas es amarillo pardo, por lo que son consideradas antiestéticas. Pero si el color es debido a contaminantes industriales, la toxicidad es directamente asociada a ese tipo de contaminante.

En los ecosistemas acuáticos el color verdadero actúa como filtro de longitudes de onda que son necesarias para algunas especies, la cual, al no subsistir desestabiliza el cuerpo acuífero receptor interfiriendo con la estructura de la pirámide trófica, (Ramos, 2003).

3.4.1.5 Alcalinidad

De acuerdo a Jiménez (2001), el ambiente con un alto nivel de alcalinidad, puede generar daños a los cultivos. La alcalinidad expresa la capacidad que tiene el agua de mantener su pH a pesar de recibir una solución ácida o alcalina. Corresponde principalmente a los hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de los iones Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ siendo los más comunes los de calcio y magnesio.

En la salud de seres humanos no se ha reportado ningún daño, ni a corto, ni largo plazo, en cuanto al ambiente, la alcalinidad es utilizada a veces como una medida para ayudar a la vida de las plantas, de manera que un alto valor indica un elevado potencial de fertilidad, debido a que normalmente las algas extraen el CO_2 del H_2CO_3 aprovechándolo para sus actividades fotosintéticas, (Baird, 2001).

3.4.1.6 Carbonatos y bicarbonatos

El agua contiene carbonatos y bicarbonatos que son medidos como alcalinidad del agua, lo que afecta al pH del sustrato. Los carbonatos y bicarbonatos están vinculados al calcio, magnesio, sodio y otros iones disueltos en el agua de riego (Pro-Mix, 2012).

3.4.1.7 Nitratos

Los nitratos son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa (NO_3^-), no tienen color ni sabor y se encuentran en la naturaleza disueltos en el agua. Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en determinadas zonas ha habido una alteración de este ciclo en el sentido de que se ha producido un aumento en la concentración de nitratos, debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riegos (agua, 2013).

3.4.1.8 Cloruros

Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo). El cloro (Cl_2) es altamente tóxico y es usualmente utilizado como desinfectante, sin embargo, en combinación con un metal como el sodio (Na), es esencial para la vida, dado que, pequeñas cantidades de cloruros son requeridas para la función celular en los seres vivos (Resources, 2009).

3.4.1.9 Hierro total

Hierro es un elemento químico metálico de color blanco, y es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. El hierro puro es muy reactivo y se corroe rápidamente cuando expuesto al aire. Es por esto que el hierro es poco común en arroyos y ríos. Hierro disuelto que alcanza aguas superficiales reacciona con oxígeno para formar herrumbre y precipita en el fondo del flujo de agua.

El hierro disuelto es común en aguas subterráneas porque oxígeno disuelto es típicamente bajo. Cuando aguas subterráneas con hierro disuelto es traída a la superficie en un pozo, el hierro reacciona con el oxígeno y es convertido en visibles partículas de

herrumbre rojo. También es posible que el hierro entre al agua potable si éste es disuelto en tuberías de metal (Calidad, 2015).

3.4.1.10 Sulfatos

Sulfato es uno de los principales componentes disueltos de lluvia. La alta concentración de sulfatos en el agua de bebida puede tener un efecto laxante cuando se combina con el calcio y el magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza.

El nivel máximo de sulfato sugerido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en las Guías para la calidad del agua potable es de 500 mg/l. Las normas de la UE son más completas y estrictas que la OMS, lo que sugiere un máximo de 250 mg/l de sulfato en el agua destinada al consumo humano (Company, 2013).

3.4.1.11 Dureza total

Se entiende por dureza total la suma de las durezas individuales debidas a los iones de calcio, magnesio, estroncio y bario en forma de carbonato o bicarbonato. La composición química del agua y su contenido en las sales de los iones antes mencionados depende del suelo del que provienen. En los suelos de basalto, arenisca y granito las aguas son muy blandas, con 1-2º d de dureza. Las aguas procedentes de suelos de cal, yeso y dolomita pueden presentar dureza de más de 100º d grados alemanes de dureza. El valor hidrotimétrico expresa el contenido del agua en sales de calcio y magnesio, por tanto, se corresponde con la dureza total (Capó, 2002).

3.4.1.12 Dureza cálcica

La dureza del calcio es la medida de cuánto calcio (o cal) se disuelve en el agua. Los términos "agua dura", "agua blanda" y "dureza total" en general se refieren al nivel de dureza de calcio junto con otros minerales como el magnesio (Capó, 2002).

3.4.1.13 Calcio

El calcio en el agua es la presencia de este elemento en las aguas tanto subterráneas como superficiales. Los iones calcio disueltos en el agua forman depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado calcio o magnesio. Esto se puede evitar con los ablandadores de agua (Company, 2013).

3.4.1.14 Magnesio

El magnesio está presente en el agua de mar en concentraciones de 1300 ppm. Después del sodio, el magnesio es el catión que se encuentra en mayores proporciones en el océano. Los ríos contienen cuatro ppm de este elemento. El magnesio y otros metales alcalinotérreos son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones alcalinotérreos se denomina agua dura, y el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda (Treatment, 2014).

3.4.1.15 Manganeso

El manganeso es un elemento reactivo que se combina fácilmente con los iones el agua y el aire. El manganeso se encuentra en una serie de minerales de diferentes propiedades químicas y físicas, pero nunca se encuentra como metal libre en la naturaleza (EcuRed, 2011).

3.4.1.16 Sodio

El sodio es un mineral que nuestro cuerpo necesita como electrolito. Se trata de un mineral que también forma parte de nuestros huesos. El sodio procede principalmente de dos fuentes: El agua y los alimentos. La fuente más popular que todos conocemos es la sal común (DANONE, 2015).

3.4.1.17 Potasio

El potasio (K) es un macro mineral con importantes funciones a nivel del músculo y del sistema nervioso. Además, es también un electrolito, al igual que el sodio y el cloro, que colabora en la presión y concentración de sustancias en el interior y exterior de las células. Se trata de un mineral muy soluble en agua, recurso que podemos utilizar para

retirarlo de la dieta si nos interesa, por ejemplo, en el caso de patología renal (Baird, 2001).

3.4.1.18 Flúor

El flúor tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales para la salud humana, con un rango estrecho entre las ingestiones asociados con sus efectos beneficiosos para la salud y los efectos adversos. Los efectos sobre el hueso se consideran los más relevantes para la evaluación de los efectos adversos de la exposición a largo plazo de los seres humanos a fluoruro (Capo, 2002).

3.4.2 La calidad microbiológica

La contaminación fecal de las fuentes de aguas superficiales para abastecimiento de consumo humano es uno de los problemas más preocupantes en los países en vías de desarrollo. En las grandes ciudades esta contaminación se debe principalmente al vertimiento de los efluentes sin ningún tratamiento. También se ha observado que la contaminación fecal es intensa en las zonas de arrastre provenientes de los corrales de engorde de bovinos y de las avícolas (OMS, 1996).

El uso de aguas superficiales como fuentes de agua de bebida implica un riesgo de transmisión de enfermedades hídricas. Los agentes patógenos involucrados con la transmisión por esta vía son las bacterias, virus y protozoos, helmintos y cianobacterias, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde una gastroenteritis simple hasta serios y a veces fatales cuadros de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea. La transmisión hídrica es solo una de las vías, pues estos agentes patógenos también pueden transmitirse a través de alimentos, de persona a persona debido a malos hábitos higiénicos y de los animales al hombre, entre otras vías (Comisión Nacional del agua, 2007).

3.5 Topografía

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño, ya que tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno por donde se conducirá la tubería y con ella poder realizar el diseño hidráulico del sistema de agua potable correspondiente. Dicha topografía se compone de la planimetría y altimetría o nivelación, las cuales se pueden efectuar con teodolito, nivel de precisión, y estaciones totales (UMS, 2001).

3.5.1 Alti-planimetría

Es el conjunto de trabajos necesarios para la obtención de la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal y en la tercera dimensión del terreno. Para este proyecto se utilizó el método de conservación de azimut, ya que es el más adecuado en la medición de poligonales abiertas y cerradas. La nivelación es un término que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos a través de las cuales se determinan elevaciones o diferencias entre ellas mismas. Existen varios métodos para realizar la nivelación entre las más comunes tenemos, el método de nivelación diferencial, el método taquimétrico y el método trigonométrico, directamente por estaciones totales. (Marquez, 1994).

3.6 Fuente de abastecimiento

3.6.1 Períodos de diseño de pozo perforado

El período de diseño se refiere al número de años para el cual el sistema va a proporcionar un servicio satisfactorio a la población, el cual es recomendable que este no sea mayor de 20 años, ver tabla 1.

Tabla 1. Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Tipos de Componentes	Período de diseño años
Presas, diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua de lluvia	10
Desarenador	20
Filtro grueso ascendente en capas (FGAC)	20
Filtro grueso dinámico (FGD)	20
Líneas de conducción	20
Filtro lento de arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Fuente: Recuperada de la norma ENN-19042 DT 15 CTN 2020-12-15

3.6.2 Pozos perforados

Los pozos perforados pueden servir como un suministro de agua a bajo costo para hogares, pequeñas comunidades rurales y para áreas urbanas. El principio de funcionamiento es bastante simple: se perfora un agujero en una masa de agua subterránea y luego se extrae el agua infiltrada con la ayuda de una bomba eléctrica. La

construcción es rápida y varias técnicas simples de perforación están disponibles para la mayoría de las condiciones geológicas (SSWM, 2020).

3.6.2.1 Ademe del pozo

El diámetro del pozo se determinará en base del rendimiento requerido y de la profundidad, teniendo en cuenta que las dimensiones pueden estar controladas por la disponibilidad de facilidades de construcción. En la Tabla 2 se presentan los diámetros mínimos de ademe de tubería para instalación de bombas en pozos profundos.

Para la selección del periodo de diseño se considera los siguientes factores:

Tabla 2. Ademes mínimos de pozos según caudal

Capacidad del pozo		Diámetro mínimo del Ademe	
(gpm)	(lps)	(PIg)	(mm)
80	6.6	5	127
160	10.08	6	150
240	15.12	8	200
400	25.20	10	250
630	39.70	12	300
950	59.86	14	350
1,270	80.02	16	400
1,900	119.72	20	500
3,000	189.03	24	600
> 3,000	189,03	30	750

Fuente: Recuperada de la norma ENN-19042 DT 15 CTN 2020-12-15

3.6.2.2 Nivel estático del agua

Es la posición que ocupa el agua subterránea en estado natural. Se expresa mediante la distancia medida desde la superficie del terreno hasta la superficie del agua en el subsuelo. En un pozo corresponde a dicha distancia cuando el equipo de bombeo no se encuentra en funcionamiento (CESAR, 2015).

3.6.2.3 Nivel dinámico del agua

Es la posición que ocupa el agua subterránea, generalmente en un pozo, cuando se encuentra en funcionamiento el respectivo equipo de bombeo (CESAR, 2015).

3.6.2.4 Abatimiento

Cuando se empieza a bombear en un acuífero, cuya superficie freática inicial fuera horizontal; el agua comienza a fluir radialmente hacia el sondeo, y transcurrido un tiempo la superficie freática adquiere la forma de un cono, al que se lo denomina cono de depresión o abatimiento y éste genera un radio de influencia de pozo (CESAR, 2015).

3.7 Capacidad de la fuente de abastecimiento

a) El pozo debe ser sometido a una prueba de bombeo de por lo menos tres escalones con duración de dos horas cada uno, el caudal del segundo y tercer escalón debe estar comprendido en el rango total de caudales probados. Después de realizada la prueba escalonada se debe dejar un tiempo máximo de tres horas para la recuperación del nivel freático.

Durante cada escalón, el nivel del agua subterránea se medirá con el siguiente intervalo de tiempo.

Cada minuto los primeros 10 minutos de prueba.

Cada 2 minutos de los primeros 10 a los 20 minutos.

Cada 5 minutos de los 20 a los 60 minutos.

Cada 10 minutos de los 60 a los 120 minutos de prueba.

b) Si la condición del sistema lo permite, ser sometido a una prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas de duración mínima con el caudal de diseño más un 20%, sin interrupciones, ni variaciones de caudal mayores al 5%. En caso de interrupciones o variaciones mayores al 5%, se debe reiniciar la prueba de bombeo.

c) Un periodo final de recuperación de tres horas o su total recuperación antes de este tiempo para pozos bombeados deberá seguir a la conclusión de la prueba de descarga constante. Durante ese periodo no se debe retirar el equipo de prueba del pozo o en cualquier forma afectar los niveles de agua del pozo. Al concluir el periodo de recuperación, el equipo podrá ser retirado del pozo.

d) La utilización del pozo debe ser por lo menos 12 horas posteriores a la aprobación de las pruebas de bombeo (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020).

3.8 Prueba de bombeo

Se debe realizar una prueba de bombeo de caudal variable (escalonado), de tres escalones de dos horas de duración cada uno, la relación del caudal entre escalones será de 1.5 a 2 veces, para cada escalón y una prueba de caudal constante de 24 horas, con el caudal del último escalón. Como criterio técnico, el objetivo que se persigue con esta prueba de bombeo, es determinar el caudal de explotación, el comportamiento y eficiencia del pozo para determinar el equipo de bombeo y sus características hidráulicas (Canda, 2011).

3.9 Línea de conducción por bombeo

Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce el agua desde la obra de captación, hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas. La conducción por bombeo es cuando se requiere adicionar energía para obtener la carga dinámica asociada con el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica

requerida en el punto de entrega el equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua (Library, 2006).

La ecuación que será utilizada es la de Hazen - Williams:

$$H = \frac{10.679 \times L \times Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} \times D^{4.87}}$$

Donde:

Q: Caudal metros cúbicos por segundo

C: Coeficiente de rugosidad

D: Diámetro interno de la tubería en metros

L: Longitud de la tubería en metros

H: Pérdida de carga en metros

3.9.1 Golpe de ariete

Un golpe de ariete es un aumento repentino de la presión causado por un cambio rápido en la velocidad de caudal de la tubería. Este fenómeno se denomina "golpe de ariete" porque los aumentos repentinos de la presión suelen ir acompañados de un ruido semejante al que haría la tubería si se golpease con un martillo (GRUNDFOS, 2014).

La fórmula para calcular el golpe de ariete es:

$$H_i = \frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{K_a D}{E t e}}}$$

Donde:

H_i: Es la sobrepresión máxima producida por el golpe de ariete en metros columnas de agua (m.c.a).

V: Es la velocidad de circulación del agua en la tubería m/s.

K_a: Módulo de elasticidad del agua en Kg/cm²

D: Diámetro interno de la tubería en cm.

Et: Módulo de elasticidad del material con que está fabricado el tubo

E: Espesor de la pared de la tubería en cm (Teoría del golpe de ariete y sus aplicaciones en la Ingeniería Hidráulica, 1987).

3.9.2 Análisis económico

Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$).

$$D = K (Q)^n$$

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D: Diámetro en metros

Q: Caudal en m^3/s

n: Factor potencial (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020).

3.10 Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM=2.5CPD$, más las pérdidas).

b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.

c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento (Canda, 2011).

El diseñador debe tomar en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- a. Las redes de distribución deben dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
- b. El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas, de acuerdo a las características urbanísticas del sector.
- c. En las calles, la tubería debe ubicarse en la banda sur y en las avenidas en la banda este, en ambos casos a un metro de la cuneta existente o proyectada.
- d. En caso de sistemas condominales y calles con concreto hidráulico debe ubicarse en aceras o terrenos públicos o privados, previo acuerdo con la municipalidad y/o propietarios.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.00 metros.

Presión Máxima: 50.00 metros (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020).

3.11 Consumo de agua

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m³/día o l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

Se entiende por “dotación” la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos del servicio que se hace en un día medio anual, sin incluir las pérdidas físicas en el sistema sanitario.

La dotación para la población rural concentrada será de 100 lppd.

Para el cálculo de los consumos comercial, público, institucional e industrial se usarán los porcentajes aplicados al consumo doméstico diario indicados en tabla 3:

TABLA 3. Consumo comercial, industrial, público e institucional

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o Institucional	7
Industrial	2

Fuente: Recuperada de la norma ENN-19042 DT 15 CTN 2020-12-15

3.11.1 Factores de máximas demandas

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020).

3.11.2 Consumo de máximo día

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

Consumo de máximo día será igual a 1.3 del Consumo Promedio Diario para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, el factor será 1.5.

CMD: (1.3 o 1.5) (CPD) + P donde 1.3 o 1.5 son los factores de variación de consumo.

Dónde: el Consumo Promedio Diario (CPD) será igual a:

CPD: $CD + CPI + CC + CInd$ para el diseño de sistemas completos de toda la ciudad o localidad en estudio.

CPD: CD para el diseño de desarrollos habitacionales para la población de saturación correspondiente, comprendidos en el numeral 6.2.1.1.

P: Pérdidas en el sistema = 15 o 20% del CPD

CD: Consumo Doméstico

CPI: Consumo Público o Institucional.

CC: Consumo Comercial

CInd.: Consumo Industrial (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020)

3.11.3 Consumo de máxima hora.

Para la ciudad de Managua el factor será igual a 1.5 del Consumo Promedio Diario, para las localidades urbanas del resto del país, será igual a 2.5 y para las áreas rurales será igual a 2.5, justificando técnicamente la utilización de factores superiores.

$$CMH = (1.5 \text{ ó } 2.5 \text{ CPD}) + P$$

donde: 1.5 y 2.5 son factores de variación consumo horario (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020).

3.11.4 Pérdidas

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para

localidades hasta 500 viviendas el 15% (NTON 09007 - 19, INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas, 2020).

3.11.4.1 Tanque de almacenamiento

Es un elemento del sistema que permite un suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico. Se recomienda que el tanque deba ubicarse de acuerdo a los dos aspectos siguientes:

- El tanque deberá estar situado lo más cercano posible de la comunidad, teniendo en cuenta la topografía del lugar, el mantenimiento y los costos de la línea de conducción.
- Este deberá contribuir a regular las presiones en la red de distribución, ubicándolo en una elevación adecuada.
- El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 25% del consumo promedio diario.
- El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 15 % del consumo promedio diario.
- De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 40% del consumo promedio diario (NTON 09007 - 19, 2020).

3.12 WATERGEMS

Es una herramienta de ayuda para la toma de decisiones completa y fácil de usar para los profesionales del agua que diseñan, planifican y operan sistemas de distribución de agua. El software le ayuda a mejorar su conocimiento acerca del comportamiento de la infraestructura como un sistema, la forma en que reacciona ante las estrategias operativas y cómo debe crecer a medida que aumenta la población y las demandas. (Bentley Systems, 2019).

3.13 Costo y presupuesto

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

La viabilidad de construcción de los sistemas de agua potable es de vital importancia, ya que, si los costos de elaboración del proyecto son demasiado altos, el sistema no sería sostenible, debido a que los usuarios del servicio no tendrían la capacidad económica de optar al mismo (Library, 2006).



Capítulo IV. Diseño metodológico



“El agua se ha convertido en un recurso muy preciado. Hay lugares en los que un barril de agua cuesta más que un barril de petróleo” Lloyd Axworthy

CAPITULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Censo

Se efectuó el censo implementándose un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo principal recopilar información sobre el crecimiento de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la cantidad de personas que hay por vivienda y las edades de los diferentes integrantes de la familia. Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta será aplicada indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, de ser posible el encuestado deberá ser la cabeza de familia, ver anexo A01.

4.1.1 Proyección de la población de diseño

Las proyecciones de la población se prepararon con base en la estimación realizada por INIDE con los datos recolectados del censo realizado en el año 2005 se conoció que había 218 personas. Con el censo que se realizó en el año 2021 con fines educativos se espera que sirva para lo que es la proyección futura en la comarca. Se estimó una tasa de crecimiento del n% tomando en cuenta las recomendaciones de INAA se tomará una tasa de crecimiento adecuada donde el valor mínimo es de 2.5%.

La población total de la comarca Las Hamacas concentradas en las viviendas según el censo. Este dato se tomó como base para la proyección. El año 2021 fue tomado como año cero para efectos de diseño.

P2021: 245 habitantes (Inicio del proyecto)

P2041: 402 habitantes (Fin del proyecto)

4.2. Recolección y análisis de agua

FIGURA 3. Pasos para recolectar la muestra



Para la recolección de la muestra con orientaciones del PIENSA se utilizó un galón debidamente esterilizado, se dejó fluir el agua durante tres minutos para liberar cualquier impureza, se lavó la boquilla de salida con una solución de un poco de cloro diluida en 1 litro de agua, se dejó fluir el agua durante otros tres minutos y se llenó el galón con agua y se preservó en un termo, se tomó la hora de la recolección y la fecha, se llevó la muestra a los laboratorios del PIENSA en un lapso de 8 horas después de la toma de la muestra, ver anexo B.

4.3 Tratamiento

Con los resultados obtenidos del laboratorio, se analizó que los únicos parámetros que están fuera de lo establecido son los coliformes totales y fecales, a lo que su debido tratamiento será por cloración a goteo que se calculó de acuerdo a la capacidad del tanque de almacenamiento y la cantidad de agua que se consume. ver anexo B01

4.4 Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento y estudio topográfico correspondientes a la altimetría y planimetría de la comunidad de Las Hamacas. (Línea de conducción-tanque-red de distribución) tomando los primeros puntos de referencia con GPS en coordenadas UTM, y plantando la estación total Leica modelo TC-407, realizando el levantamiento de puntos a cada 20 metros para una mayor precisión, como consiguiente se extrajeron los archivos con formato (.txt) del levantamiento topográfico desde la base de datos de la estación total al ordenador con ayuda del cable de la estación y programa Leica Geo Office.

A partir de las coordenadas obtenidas para cada uno de los puntos que se levantaron y utilizando el programa de diseño civil 3D 2019 se trazó:

- Croquis de la comunidad.
- Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución.
- Poligonales de los terrenos donde se ubicará pozo y tanque de almacenamiento.
- Perfil longitudinal de la línea de conducción pozo-tanque (sus respectivos puntos de ubicación), ver anexo C.

4.5 Fuente de abastecimiento propuesto

Debido a la tala indiscriminada que se llevó a cabo en los últimos meses a los alrededores de la fuente de abastecimiento superficial que se había propuesto esta tuvo una gran disminución en su afluente por lo que se debió cambiar la fuente propuesta. Se propuso como fuente de abastecimiento un pozo perforado ya existente el cual ha estado en funcionamiento durante 2 años, el pozo es privado, pero al hablar con el dueño esta dispuestos a cederlo por el bien de la comunidad, consideramos es el más apto para abastecer de manera eficiente a toda la comunidad, las características del pozo son las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 4. Datos de pozo existente

Nivel estático del agua (mtrs)	3.65
Profundidad del pozo (mtrs)	52.73
Ademe del pozo (plg)	4

4.6 Pruebas de bombeo

La prueba de bombeo se realizó con una bomba sumergible 4" Franklin Electric de 1.5 hp ,1/60/230 V, 160' columna H6 2"x 10'. Se realizaron tres escalones de 10 Gpm, 20 Gpm y 30 Gpm para así conocer el rebajamiento que se tenía.

4.7 Estimados de consumo

La proyección de consumo de la población durante el periodo de diseño, se basó en la proyección de poblaciones. Tales consumos incluyen: consumo promedio diario, consumo promedio diario total, consumo máximo día y consumo de máxima hora, siendo expresados cada uno en litros por segundo (lps). Los criterios empleados en la determinación de los consumos se han mencionado en el capítulo III.

4.8 Red de distribución

La distribución de caudales en la red se realizó por medio de concentración nodal el cual se calculó el caudal unitario que consiste en dividir el consumo máximo horario entre el número de casas, para conocer el caudal por cada nodo se hizo la concentración de casas por cada nodo y se multiplico por el caudal unitario.

Caudal unitario: CMH / Número de viviendas

Caudal unitario: 0.02073 lps. vivienda

Caudal por nodo: Numero de casas x Caudal unitario

4.9 Tanque de almacenamiento

En todo diseño de sistema de abastecimiento de agua potable, por lo general se debe de instalar un tanque de almacenamiento de agua, el cual se utiliza para compensar las fluctuaciones en los consumos de Máximo Día y Máxima Hora.

Considerando la topografía del terreno en la comunidad el tanque estará apoyado sobre el suelo. Dado que la capacidad del tanque debe satisfacer las condiciones de un Volumen Compensador necesario para las variaciones horarias del consumo, se estima un 25% del Consumo Promedio Diario y un Volumen de Reserva para atender las eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estima un 15% del Consumo Promedio Diario.

Para la proyección de demanda futura se espera un Consumo Promedio Diario equivalente a:

$$V \text{ tanque} = 25\% \text{ cpd} + 15\% \text{ cpd}$$

Para el dimensionamiento del tanque se tomó como propuesta un tanque de forma circular tomando en cuenta que $D=H$ de la siguiente formula se hace la demostración matemática para encontrar el diámetro y la altura del tanque.

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times D^2 H$$

Como $D=H$ entonces

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times (H^2 \times H)$$

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times H^3$$

Haciendo el despeje de H nos queda.

$$H = \sqrt[3]{\frac{4v}{\pi}}$$

4.10 Cálculo hidráulico

En lo que corresponde para la conformación de la estructura física del modelo hidráulico del sistema proyectado, se utilizó la aplicación hidráulica computarizada WATERGEM. Para posteriormente utilizar la información obtenida en el levantamiento topográfico de la comunidad.

4.11 Costo y presupuesto

En el costo y presupuesto se tomaron en cuenta los aspectos que conciernen a los resultados obtenidos a fin de dar una posible solución de la problemática que se presenta en la comunidad.



Capítulo V. Resultados



**"Sabemos que cuando protegemos nuestros océanos,
protegemos nuestro futuro" Bill Clinton**

CAPITULO V: ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Censo

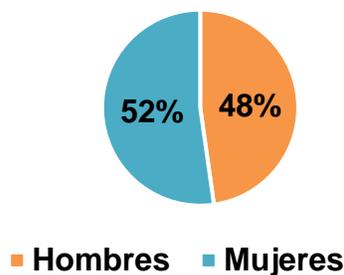
Los resultados indican que en la comarca Las Hamacas existen 245 habitantes concentrados en 68 viviendas. De las cuales 65 viviendas son de uso domiciliar, 2 son locales de centros e instituciones públicas y 1 que pertenece al área comercial en el casco rural del municipio.

5.1.1 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL

En la siguiente grafica se presentan los porcentajes que presenta cada grupo poblacional.

GRÁFICA 5. DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL

Población total: 245 hab



Fuente: (Elaboracion propia)

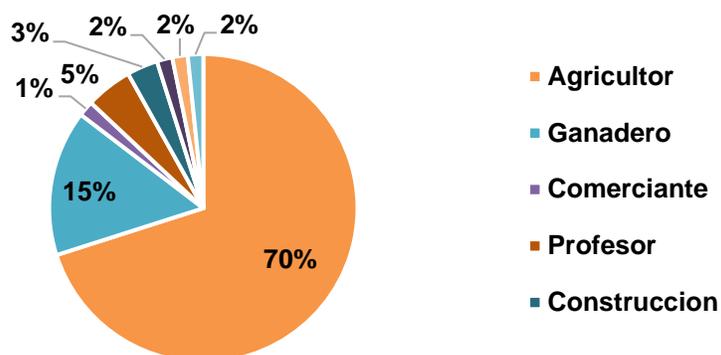
Según los datos obtenidos por las encuestas, hechas a los jefes de familias de la comunidad, existen actualmente 66 familias, 52% (127) conformada por hombres, 48% (118) mujeres Para un total de 245 habitantes.

5.1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA

Además de las actividades que impulsan la economía en el municipio, la comunidad se rige principalmente por las siguientes actividades:

Agricultura, ganadería, guarda de seguridad, docente, maestros de obras y otros.

GRÁFICA 6. ACTIVIDAD ECONÓMICA Y EMPLEO EN LA COMUNIDAD

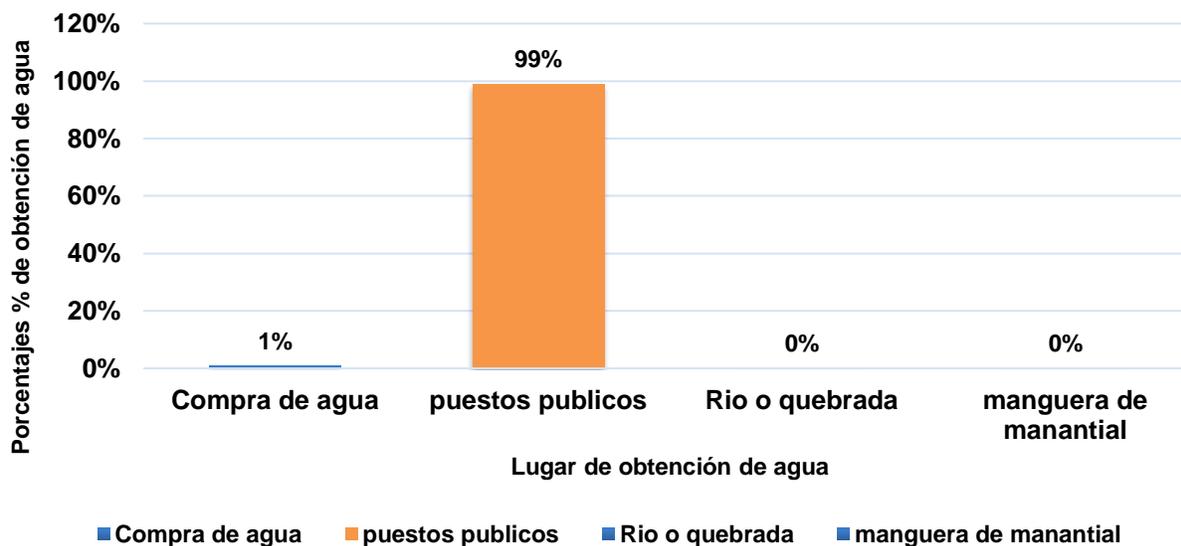


Fuente: (Elaboración propia)

5.1.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

La mayor parte de los habitantes del casco rural de Las Hamacas son abastecidos por 5 pozos comunitario, por lo que la población busca los medios para lograr el vital líquido en sus viviendas, en este caso se identificó que 67 casas recurren a los puntos públicos y 1 centro de recreación compra agua al camión de que vende el vital líquido.

GRÁFICA 7. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



Fuente: (Elaboración propia)

En la gráfica 7, se puede observar que el 99% de la población se abastece de agua de los puestos públicos para suplir las necesidades de demanda de agua en sus hogares y el 1% se abastece comprando el agua al camión de fuente pura.

5.2 ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO

En la tabla número 5, se puede observar el análisis obtenido de la toma de la muestra de la determinación de la calidad del agua, así como, su respectiva comparación con los parámetros físico-químicos establecidos en las normas CAPRE.

TABLA 5. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO

Fecha que se tomó la muestra		29/8/2021		
Hora de captación de la muestra		5:00 p. m.		
Origen de la fuente de agua		Pozo perforado		
No. De muestra		1		
Análisis efectuado por		PIENSA		
Resultados de análisis				
Método SM // EPA// HACH	Ensayo realizado	Unidad	Resultados	Norma CAPRE
Visual	Aspecto	Adim	Clara	NE
4500-B	Potencial de Hidrogeno	pH	6.73	6.5-8.5**
2510-B	Conductividad Eléctrico	µS/cm	345	400**
2130-B	Turbiedad	UNT	0.195	5
2120-C	Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	8	15
2320-B	Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	160.6	NE
2320-B	Carbonatos	mg/L CaCO ₃	<40	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	160.6	NE
4500-D	Nitratos	mg/L	8.48	50

4500-B	Nitritos	mg/L	<0.003	0.1
4500-D	Cloruros	mg/L	32.7	250
3500-B	Hierro Total	mg/L	<0.006	0.3
4500-E	Sulfatos	mg/L	<1	250
2340-C	Dureza Total	mg/L CaCO ₃	68.56	400**
2340-C	Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	43.2	NE
3500-B	Calcio	mg/L	17.31	100**
3500-B	Magnesio	mg/L	6.16	50
8149	Manganeso	mg/L	<0.006	0.5
3500-X	Sodio	mg/L	59.81	200
3500-C	Potasio	mg/L	2.25	10
4500-C	Flúor	mg/L	0.544	0.7
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	1.6 * 10 ⁴	Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	1.6 * 10 ³	Negativo

Se puede observar en la tabla número 5, que el agua muestreada del pozo cumple con la norma CAPRE, en todos los análisis físico-químicos, ya que se encuentra dentro de los rangos, a excepción de los análisis microbiológicos ya que se encuentran con $1.6 \cdot 10^4$ en coliformes totales y $1.6 \cdot 10^3$ en coliformes fecales con relación a la norma CAPRE que como resultado debe ser negativo, debido a que estas microorganismos causan efectos secundarios en el cuerpo humano, tales como enfermedades como: malestar estomacales, fiebres entre otras, ver anexo B01.

5.3 TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Debido a que los valores de las pruebas de laboratorio están dentro de lo establecido de la norma a excepción de los coliformes totales y fecales solo se necesitara cloración con una dosis de 1.5 mg/l.

5.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico permitió conocer las condiciones de terreno, así como las elevaciones de los puntos críticos de la zona en estudio.

El levantamiento se compone de 3.97 km de red de línea de distribución, así como, la fuente de captación de agua y el área donde estará ubicado el tanque de almacenamiento.

En el anexo C01, se ilustra la vista de planta del levantamiento topográfico, se pueden observar las elevaciones tanto de la zona, así como, los puntos esenciales para la construcción del tanque de almacenamiento de agua que es el punto más alto de la zona que se encuentra en la cota 326.09 msnm.

A partir de las elevaciones obtenidas del levantamiento se trazó la red de distribución, así como, la red de distribución a cada dos metros del borde de la carretera.



FIGURA 4. Detalle de zona de ubicación del tanque de almacenamiento y red

En la figura 4, se puede observar el área donde estará ubicado el tanque de almacenamiento, donde la topografía del terreno es bastante plana, así como también se puede observar donde se trazará la línea de conducción y distribución de la tubería.



Figura 5. Vista planta del levantamiento topográfico.

5.5 DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.

5.5.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE DISEÑO

Se proyectó la población a 20 años que será la durabilidad del sistema, la proyección se realizó por medio del método geométrico que es lo establecido por la norma al ser un área rural y la más utilizada en Nicaragua.

Tabla 6. Datos de la población

Datos de la población	
Año	Rural
2005	218
2021	245

Fuente: (INIDE), 2008)

Cálculo de la población futura se tomará como base la población del último censo en este caso del año 2021:

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Cálculo de la población hasta el periodo de diseño que son 20 años (año 2041)

$$P_{2041} = 245(1 + 0.025)^{20} = 402 \text{ hab}$$

5.5.2 TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA

$$r = \left[\frac{P_n}{P_0} \right]^{1/n} - 1$$

$$r = \left[\frac{P_n}{P_0} \right]^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$r = \left[\frac{245}{218} \right]^{\frac{1}{16}} - 1 \times 100$$

r=0.73 se toma 2.5

5.5.3 ESTIMADOS DE CONSUMO

En las proyecciones de los resultados de las demandas de consumo: consumo promedio diario, consumo promedio diario total, consumo de máximo día y consumo de máxima hora se puede observar que:

Consumo promedio diario (CPD):

Consumo comercial=0.07 x 100 lppd

Consumo comercial=7 lppd

Consumo público =0.07 x 100 lppd

Consumo público =7 lppd

La dotación es la suma de la dotación doméstica, la comercial y la pública.

Dotación=100+7+7= 114 lppd

CPD: Población * Dotación /86400 (en lps)

Dotación=402 personas x 114 lppd

Dotación=45828 lppd

CPD = población x dotación/86400

CPD =402 personas x 114lppd/86400 segundos

CPD =0.5304 lps

Pérdidas:

Hf=15% CPD

Hf=0.15*0.5304=0.0795 lps

Consumo promedio diario total (CPDT)

CPDT. = CPD + Hf

CPDT=0.5304 lps +0.0795 lps =0.6099lps

Consumo máximo diario (CMD)

CMD= 1.5 x CPD + Hf

CMD= 1.5 x 0.5304 lps + 0.0795 lps

CMD= 0.8751 lps

Debido a que el área en análisis no es de Managua ni una zona urbanizada el factor a tomar es de 1.5.

Consumo máximo horario (CMH)

CMH = (2,5 CPD) + P

CMH = (2,5 CPD) + P

$P = 15\% \text{ CPD}$

$P = 0.0795$

$CMH = (2,5 \times 0.5304) + 0.0795$

$CMH = 1.41 \text{ lps}$

Debido a que el área en análisis no es de Managua ni una zona urbanizada el factor a tomar es de 2.5.

5.5.4 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

La fuente propuesta es un pozo perforado con 2 años de funcionamiento y que es muy accesible ya que se encuentra en la comunidad debido a que la anterior propuesta tuvo una gran disminución de su caudal. Se le hicieron sus respectivas pruebas como lo son las de bombeo y pruebas de laboratorio para ver sus parámetros físico-químico y microbiológico.

5.5.5 PRUEBAS DE BOMBEO

Se determinó la capacidad del pozo es de 20 Gpm con una prueba de bombeo con duración de 24 horas y con un nivel dinámico de 14.790 m, por lo que cuenta con la suficiente capacidad para suministrar la demanda.

5.5.6 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Para el cálculo de la bomba se utilizó la carga total dinámica obtenida del programa WATERGEMS de 69.67 m

La ecuación utilizada fue:

$PNB: (997 \times \text{carga total dinámica} \times \text{caudal}) / (76 \times 0.7)$

997: peso específico del agua

Carga total dinámica: 69.67

Caudal: (1.41 L/s) / 1000

76: constante

0.7: 70 % de eficiencia de la bomba

PNB: (997 x 69.67 m x 0.00141 m³/s) / (76 x 0.7)

PNB: 1.84 Hp: 2 Hp

TABLA 7. Selección de la bomba



BOMBAS SUMERGIBLES DE 4"

SERIE M2.5X (para 2.5 lps)

- Para pozos profundos de 4" de diámetro y mayores
- Trabajo continuo
- Diseño especial de impulsores flotantes (antibloqueo). Con capacidad para bombear agua con arena hasta 50 g/m³
- Cuerpo, succión, descarga, válvula check, guardacable, colador de succión, eje y cople en acero inoxidable 304
- Impulsores en Noryl®, difusores en Lexan®
- Alto rendimiento



2
AÑO DE
GARANTÍA

Gasto nominal: 2.5 lps / 150 lpm / 39.6 gpm

Rango de flujo: 1 a 3 lps / 60 a 180 lpm / 15.8 a 47.5 gpm

CÓDIGO	HP NOMINAL	ACOPLAMIENTO NEMA DE LA BOMBA (pulgadas)	DESCARGA (pulgadas)	ADEME MÍNIMO RECOMENDADO (pulgadas)	RANGO DE CARGA (m) (min. - max.)	MÁXIMA EFICIENCIA		PESO (kg)
						CARGA (m)	GASTO (lps / gpm)	
M2.5X10-6	1	4"	2"	4"	9 - 44	31	2.1 / 33	3.4
M2.5X15-8	1.5				12 - 60	41		4
M2.5X20-10	2				17 - 78	54		4.6
M2.5X30-14	3				29 - 110	80		5.7
M2.5X40-18	4				40 - 139	100		6.9
M2.5X50-22	5				50 - 170	128		8.1
M2.5X75-34	7.5				69 - 263	192		11.6
M2.5X100-43	10				90 - 339	252		14.2

En la tabla 7, podemos observar las características de la bomba seleccionada, con un diámetro de acoplamiento de 4 pulgadas y un diámetro de descarga de 2 pulgadas, con una capacidad de 2.5 lps.

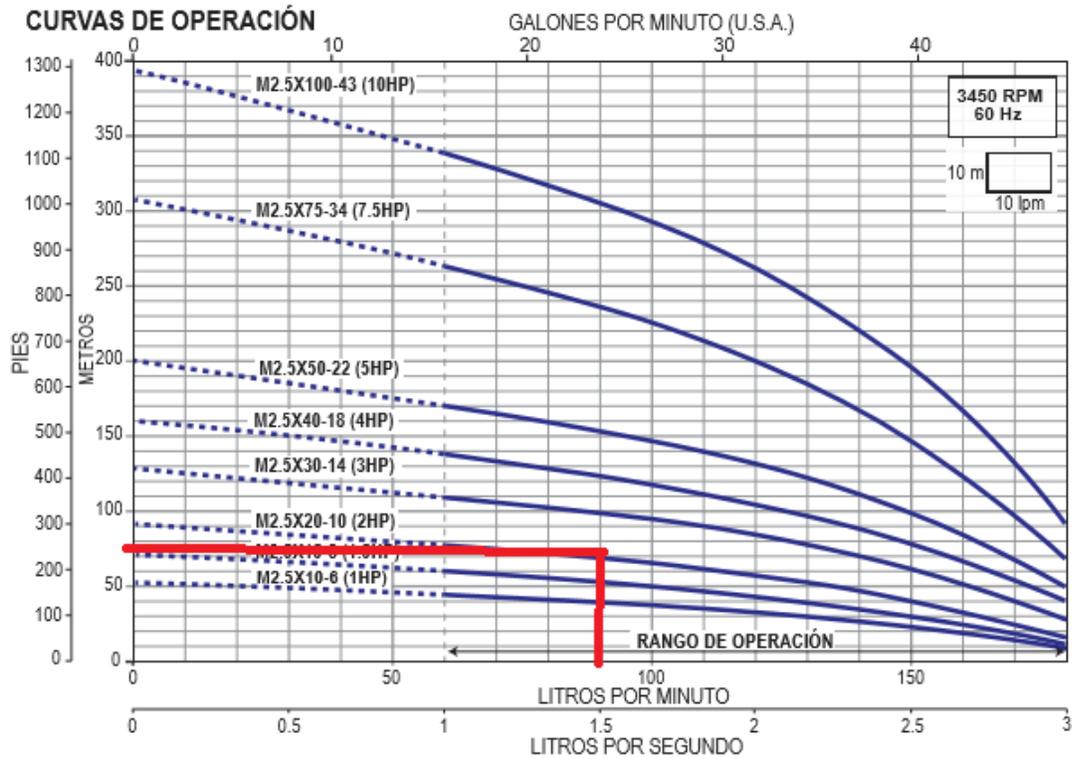


Figura 6. Curvas de operación de bombas

En la figura 6, se observa la curva característica en la cual se seleccionó una bomba que cumpliera con la demanda y con la capacidad de superar la carga total dinámica de 69.67 metros y con un diámetro de salida de 2 pulgadas.

5.5.7 RED DE DISTRIBUCION

Concentración nodal para abastecimiento de viviendas

Caudal unitario: CMH / Número de viviendas

Caudal unitario: 1.41 lps / 68 viviendas

Caudal unitario: 0.02073 lps. vivienda

Caudal por nodo: Numero de casas x Caudal unitario

Tabla 8. Caudales por nodo

Descripción de nodo	Número de casas	Q(lt/seg)	Caudal por nodo (lt/seg)
Nodo-4	2	0.02073	0.0414
Nodo-2	7	0.02073	0.1449
Nodo-5	2	0.02073	0.0414
Nodo-8	1	0.02073	0.0207
Nodo-3	4	0.02073	0.0828
Nodo-7	4	0.02073	0.0828
Nodo-6	6	0.02073	0.1242
Nodo-17	4	0.02073	0.0828
Nodo-14	3	0.02073	0.0621
Nodo-9	3	0.02073	0.0621
Nodo-10	2	0.02073	0.0414
Nodo-15	2	0.02073	0.0414
Nodo-16	2	0.02073	0.0414
Nodo-11	4	0.02073	0.0828
Nodo-13	2	0.02073	0.0414
Nodo-12	5	0.02073	0.1035
Nodo-18	1	0.02073	0.0207
Nodo-27	5	0.02073	0.1035
Nodo-22	5	0.02073	0.1035
Nodo-19	2	0.02073	0.0414
Nodo-26	2	0.02073	0.0414

El resultado del Análisis Hidráulico se muestra para el periodo de diseño de veinte años, realizado con el programa WATERGEMS, ver anexo D02.

Se puede observar en los cálculos que las presiones y las velocidades se encuentran en los rangos permisibles, por lo tanto, prevalece el análisis para 20 años de acuerdo a lo fijado en este estudio.

Se espera que las velocidades bajas no causaran ningún problema de funcionamiento en el sistema de agua, sobre todo de sedimentación, debido a que contara con accesorios de limpieza.

Con base a la distribución en la que se encuentra la población de la comunidad las hamacas la red proyectada tiene una longitud aproximada de 3976.5 m con tubería PVC cedula SDR 32.5 con un diámetro de 2 pulgadas y un espesor de 1.47 mm.

5.5.8 SELECCIÓN DE TUBERÍA:

De acuerdo a los datos del perfil se usarán tuberías de PVC con:

$$C = 150.$$

$$E_t = 28,100 \text{ kgs. s}^2/\text{cm}^2 = \text{Modulo de elasticidad del PVC.}$$

$$K_a = 20,670 \text{ kg/cm}^2 = \text{Módulo de elasticidad del agua.}$$

5.5.8.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO:

Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.

$$D = K (Q)^n$$

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D: diámetro en metros

Q: caudal en m³/s

n: factor potencial

$$D = 0.9 (0.0008751)^{0.45}$$

$$D = 1.5 \text{ pulg}$$

Este es el diámetro teórico que debe instalarse; debido a que es una gran distancia la norma (CTN, 2020) se tomara el diámetro de 2 pulgadas, se toma el diámetro comercial más próximo, este es de 50 mm. (2").

El espesor para esta tubería de PVC de "D = 2" es: 0.185 cm

5.5.8.2 CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

Tabla 9. Golpe de ariete.

Concepto	Resultado	Unidad de medida	Fórmula utilizada
Golpe de ariete			
Diámetro económico (d) en pulgadas	2	plg	
Diámetro económico (d) en milímetros	5.08	cm	
Espesor del tubo (e)	0.287	cm	
Velocidad real (v)	0.36	m/s	
Módulo de elasticidad de agua (Ka)	20670	Kg/cm ²	
Módulo de elasticidad del tubo (Et)	28100	Kgs ² /cm ²	
Espesor de la tubería	0.185	cm	
Sobrepresión (Golpe de Ariete hga)	1133.743	cm	Hga: $((145*v)/(1+((Ka*D)/(Et*e)))^{0.5}$
Sobrepresión (Golpe de Ariete hga)	11.337	m	Hga: $((145*v)/(1+((Ka*D)/(Et*e)))^{0.5}$
Perdidas (obtenidas del programa (Hft))	4.36	m	
Diferencia de altura (ΔZ)	65.65	m	CNO = (NT - NB)
Hs	2.2674		20% hga
H total	72.27	mca	Hst = $\Delta Z + Hft + Hs$

En la tabla 9, se puede observar que el golpe de ariete da como resultado 72.27 mca, lo cual es menor que la presión de ruptura de 87.89 mca de la SDR-32.5 sobrepasa la presión de trabajo de 70.36 mca de la SDR-41, se recomienda utilizar tubería cédula SDR-32.5 ver anexo figura B

Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.

$$D = K (Q)^n$$

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D: diámetro en metros

Q: caudal en m³/s

n: factor potencial

$$D = 0.9 (0.00141)^{0.45}$$

$$D = 1.5 \text{ pulg}$$

Este es el diámetro teórico que debe instalarse; debido a que es una gran distancia la norma (CTN, 2020) se tomara el diámetro de 2 pulgadas, se toma el diámetro comercial más próximo, este es de 50 mm. (2").

El espesor para esta tubería de PVC de "D = 2" es: 0.185 cm

5.5.9 MODELACIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN EN WATERGEMS

5.5.9.1 ANÁLISIS ESTÁTICO

TABLA 10. RED DE DISTRIBUCION

ID	Etiqueta	Diámetro	Longitud	Nodo de inicio	Detener nodo	Flujo (L/s)	Velocidad (m/s)	Presión (inicio) mca	Presión (final) mca	perdidas (fricción)
31	Tub-11	2	11	Nodo-23	Nodo-20	0.1035	0.05106497	17.4816753	36.2717733	0.00089297
34	Tub-12	2	13	Nodo-24	Nodo-23	0.70380001	0.34724174	17.3203726	17.4816753	0.03731865
124	Conduccion-1	2	38	Nodo-21	T-1	0.45921626	0.22656871	28.0013444	0	0.04952256
126	Tub-15	2	416	Nodo-20	Nodo-22	0.1035	0.05106497	36.2717733	19.6297662	0.03475137
132	Tub-16	2	143	Nodo-23	Nodo-26	0.14490001	0.07149095	17.4816753	15.8032307	0.02228701
133	Tub-17	2	275	Nodo-26	Nodo-27	0.1035	0.05106497	15.8032307	19.9541148	0.02295674
144	Tub-19	2	196	Nodo-10	Nodo-12	0.22770001	0.11234292	37.0579716	33.6079176	0.07050733
153	Tub-112	2	225	Nodo-12	Nodo-15	0.33120001	0.16340789	33.6079176	37.0708184	0.16199942
159	Tub-114	2	247	Nodo-15	Nodo-17	-0.3726	0.18383387	37.0708184	39.5802415	0.2211586
160	Tub-115	2	466	Nodo-17	Nodo-23	0.45540002	0.22468585	39.5802415	17.4816753	0.60387009
169	Tub-119	2	181	Nodo-8	Nodo-10	-0.1863	0.09191694	42.217548	37.0579716	0.04479727
174	Tub-121	2	230	Nodo-3	Nodo-7	-0.0828	0.04085197	42.0959592	41.8040817	0.0126876
175	Tub-122	2	134	Nodo-7	Nodo-8	-0.1656	0.08170394	41.8040817	42.217548	0.02675185

178	Tub-123	2	93	Nodo-5	Nodo-6	-	0.22770001	0.11234292	47.9029347	45.9963331	0.0333375
181	Tub-124	2	79	Nodo-4	Nodo-5	-	0.18630002	0.09191694	48.0247461	47.9029347	0.0196081
184	Tub-125	2	65	Nodo-2	Nodo-4	-	0.14490001	0.07149095	48.0033759	48.0247461	0.01015752
190	Conduccion-2	2	13	POZO	BOMBA 1	1.16301636	0.5738105	1.4143E-06	279.050764	0.09301758	
191	Conduccion-3	2	22	BOMBA 1	Nodo-1	1.16301636	0.5738105	347.264665	51.4560851	0.15861358	
194	Tub-128	2	13	T-1	Nodo-24	0.70380001	0.34724174	1.9959907	17.3203726	0.0375791	
205	Conduccion-4	2	121	J-36	Nodo-21	0.45921626	0.22656871	29.9617685	28.0013444	0.15913448	
210	Conduccion-5	2	115	J-39	J-36	0.50061629	0.2469947	31.8839124	29.9617685	0.17788681	
223	Conduccion-6	2	184	J-50	J-39	0.52131625	0.2572077	34.9484413	31.8839124	0.30666034	
226	Conduccion-7	2	251	J-51	J-50	0.56271631	0.27763369	39.1951642	34.9484413	0.48101251	
229	Conduccion-8	2	134	J-53	J-51	0.62481627	0.30827264	41.5146207	39.1951642	0.3116089	
233	Conduccion-9	2	155	J-54	J-53	0.66621626	0.32869861	44.2497883	41.5146207	0.40630079	
236	Conduccion-10	2	222	J-55	J-54	0.74901625	0.36955059	48.3142849	44.2497883	0.72456975	
242	Conduccion-11	2	26	Nodo-1	J-58	1.16301636	0.5738105	51.4560851	50.8706082	0.19358818	
243	Conduccion-12	2	137	J-58	J-55	0.81111627	0.4001896	50.8706082	48.3142849	0.51665684	
244	P-4	2	124	Nodo-6	J-58	-	0.35190001	0.17362087	45.9963331	50.8706082	0.09982647

En los datos obtenidos de la simulación realizada en WATERGEMS a la red de distribución se puede observar una velocidad de flujo que varía de 0.57 m/s a 0.07 m/s y un caudal de 0.72719 L/s. Las pérdidas de presión no son tan elevadas considerando que hay una longitud de 3976.5 m, la mayor pérdida es de 0.72 m y la menor de 0.00089 m.

TABLA 11. NODOS

Elemento	ID	Elevación	Presión (mca)	Demanda (L/s)
Nodo-23	32	325.89	17.4816753	0
Nodo-20	33	307.06	36.2717733	0
Nodo-24	35	326.09	17.3203726	0
Nodo-1	41	296.25	51.4560851	0
Nodo-3	119	300.08	42.0959592	0.0828
Nodo-21	122	316.47	28.0013444	0
Nodo-22	125	323.7	19.6297662	0.1035
Nodo-27	128	323.37	19.9541148	0.1035
Nodo-26	131	327.55	15.8032307	0.0414
Nodo-10	137	305.21	37.0579716	0.0414
Nodo-12	143	308.74	33.6079176	0.1035
Nodo-15	152	305.43	37.0708184	0.0414
Nodo-17	158	303.14	39.5802415	0.0828
Nodo-8	167	300	42.217548	0.0207
Nodo-6	170	301.42	45.9963331	0.1242
Nodo-7	173	300.39	41.8040817	0.0828
Nodo-5	176	299.48	47.9029347	0.0414
Nodo-4	179	299.34	48.0247461	0.0414
Nodo-2	182	299.35	48.0033759	0.1449
J-36	203	314.67	29.9617685	0.0414
J-39	208	312.92	31.8839124	0.0207
J-50	221	310.15	34.9484413	0.0414
J-51	224	306.38	39.1951642	0.0621
J-53	230	304.37	41.5146207	0.0414
J-54	231	302.03	44.2497883	0.0828
J-55	234	298.68	48.3142849	0.0621
J-58	241	296.64	50.8706082	0

Los resultados obtenidos en WATERGEMS muestra las presiones y demandas que hay en cada nodo, la presión máxima es de 51.45 mca y la menor de 15.80 mca, las demandas están entre los 0.0207 lps y los 0.1449 lps.

FIGURA 7. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 2 AL 8.

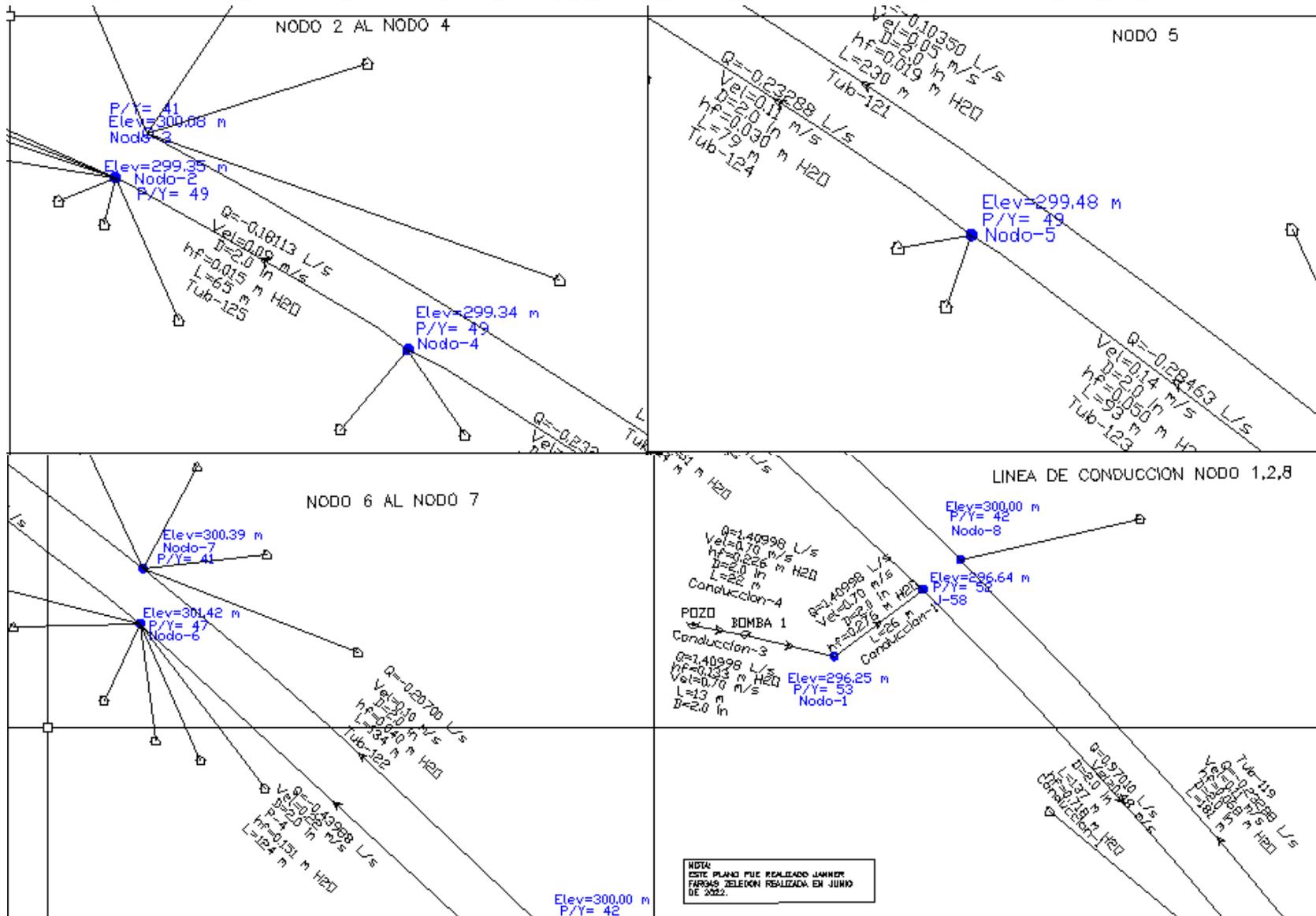


FIGURA 8. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 9 AL 15.

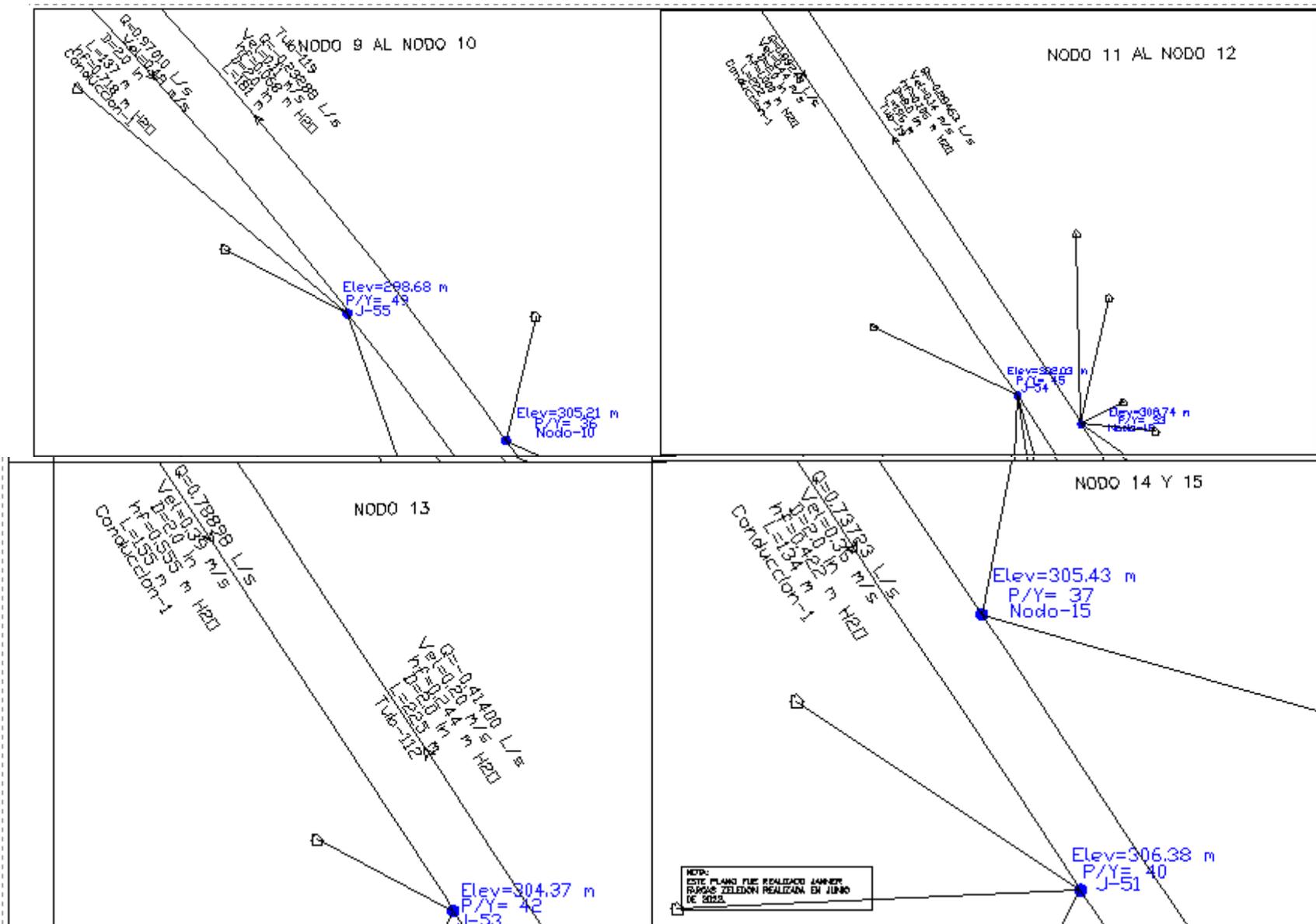


FIGURA 9. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 16 AL 19

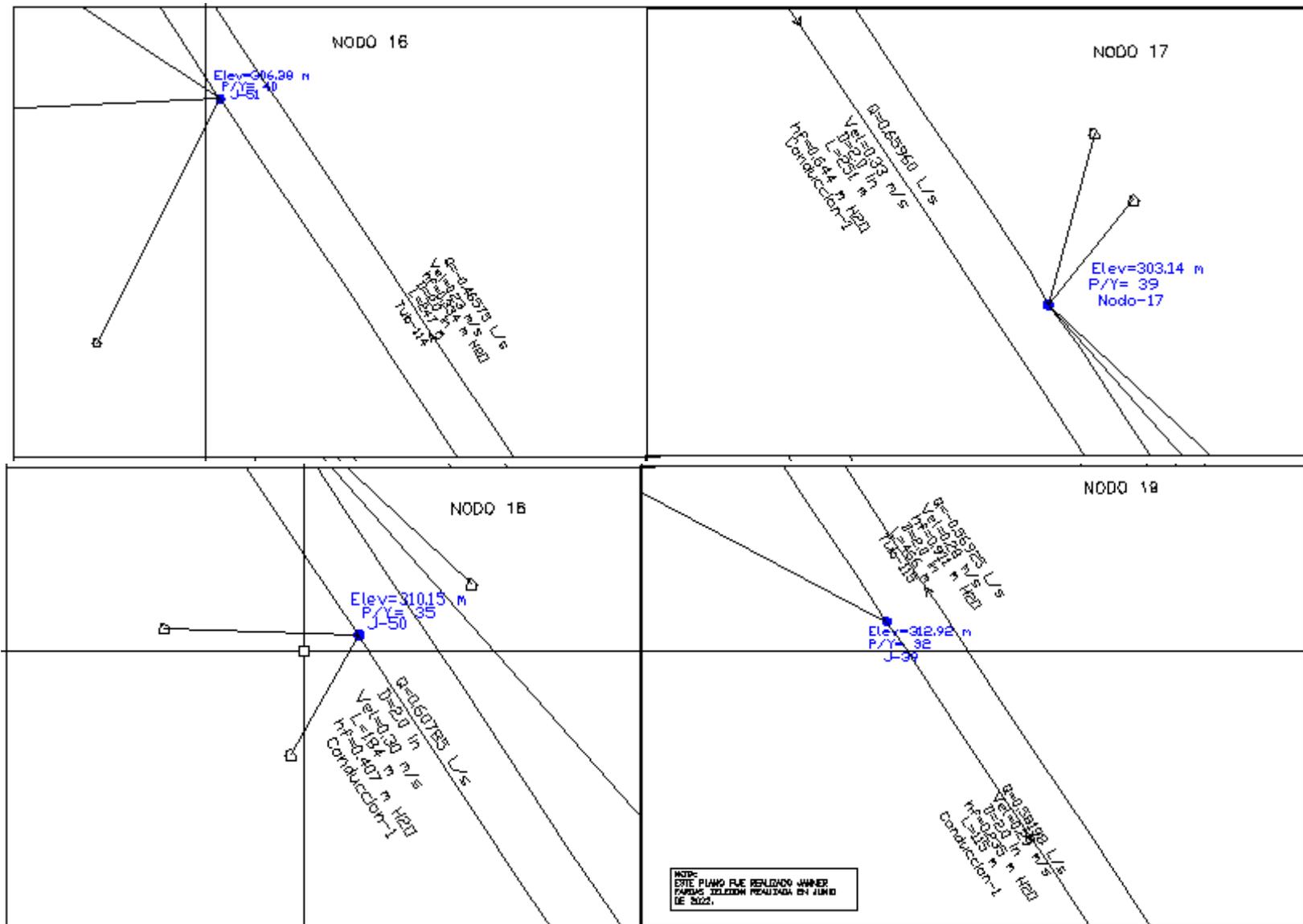
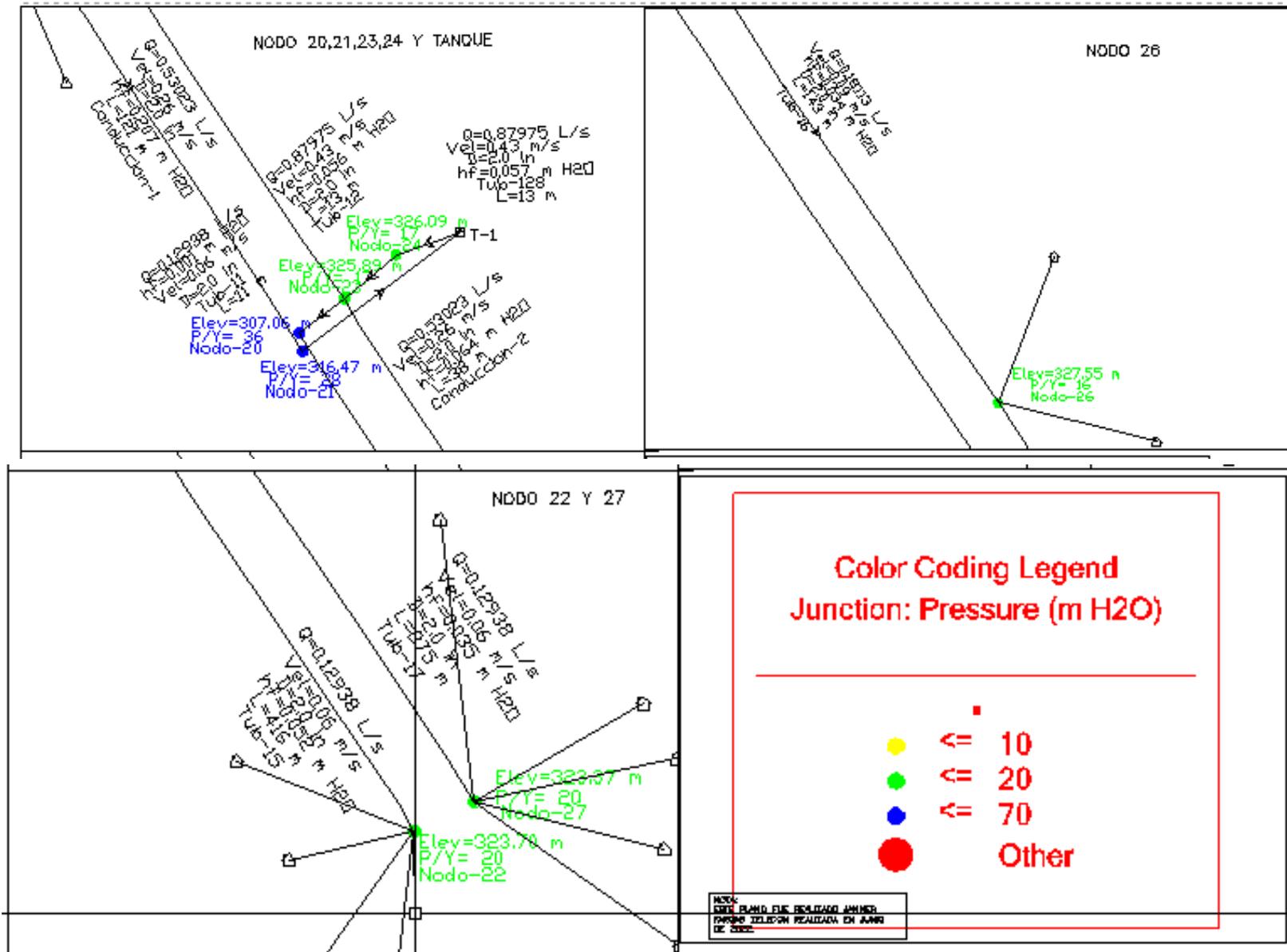


FIGURA 10. SIMULACIÓN EN WATERGEMS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO NODO 22 AL 27



5.5.9.2 ANALISIS DINAMICO

A) FACTORES DE VARIACION HORARIA DEL CONSUMO EMPLEADO EN EL AREA DE PROYECTO

Al no haber un sistema existente se tomó como referencia datos de Villa Sandino de ENACAL, ya que no se cuenta con un registro de las variaciones

TABLA 12. FACTORES DE VARIACIÓN DE CONSUMO DIARIO

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Factor	1.25	1.25	1.35	1.35	1.2	1.2	1.1	1.1	1	1	0.8	0.8

Fuente: (ENACAL, 2015)

Hora	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Factor	0.9	0.9	0.5	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	1.25	1.25	1.25	1.25

Fuente: (ENACAL, 2015)

B) RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN WATERGEMS

GRÁFICA 8. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 1.

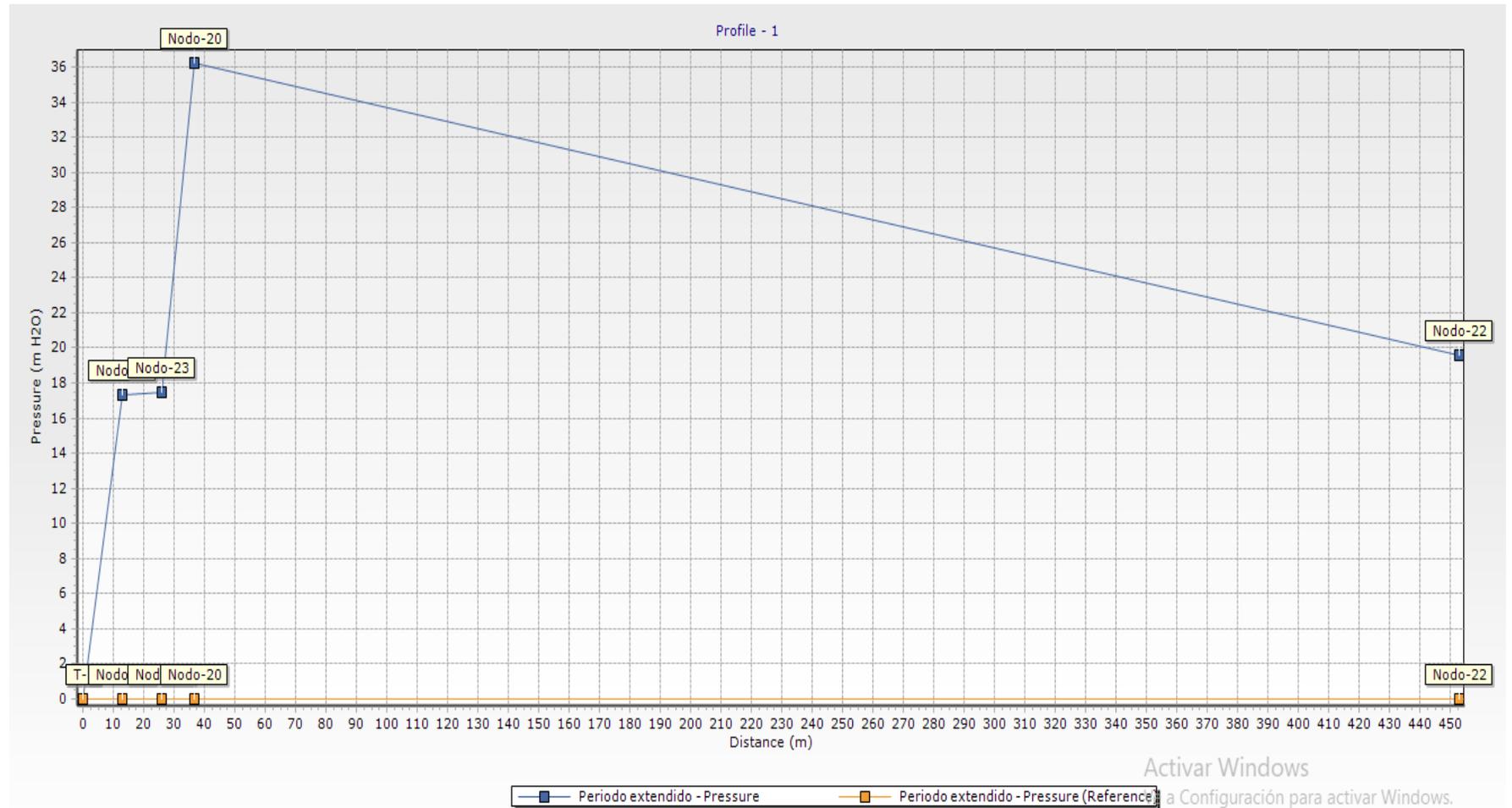


TABLA 13. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 1.

	Time (hours)	Periodo extendido - Pressure - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-24 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-24 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-23 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-23 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-20 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-20 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-22 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-22 (m H2O)
0	0.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	20	0
1	1.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	20	0
2	2.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
3	3.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
4	4.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
5	5.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
6	6.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
7	7.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
8	8.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
9	9.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
10	10.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
11	11.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
12	12.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
13	13.000	1	(N/A)	17	0	17	0	35	0	19	0
14	14.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
15	15.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
16	16.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
17	17.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
18	18.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
19	19.000	1	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
20	20.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
21	21.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
22	22.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
23	23.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0
24	24.000	2	(N/A)	17	0	17	0	36	0	19	0

En el primer tramo analizado en el software con las variaciones de consumo en las 24 horas del día todas las presiones están dentro de los valores establecidos por la norma, la presión mínima es de 17 (m H₂O) y la máxima de 36 (m H₂O).

GRÁFICA 9. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 2.

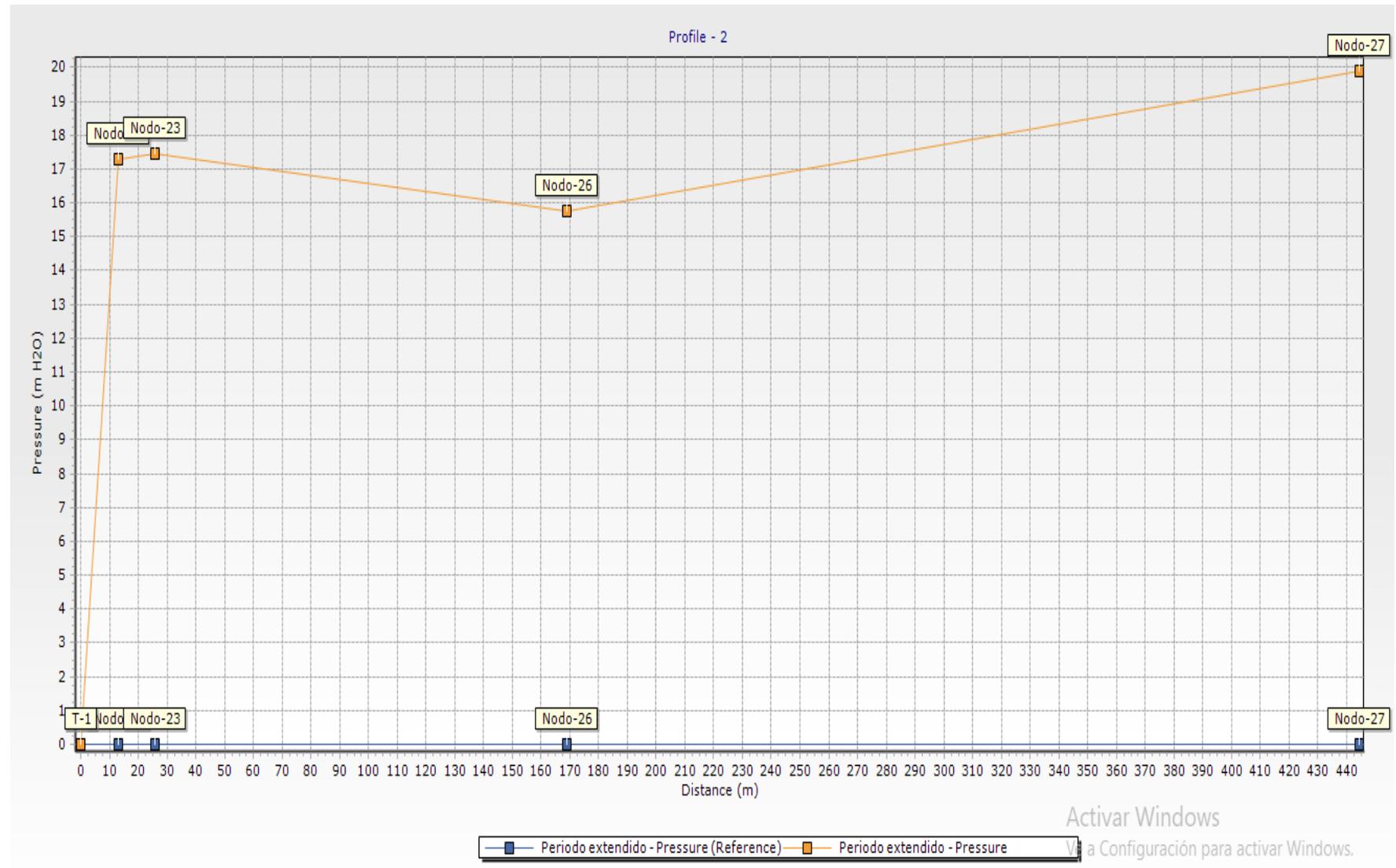


TABLA 14. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 2.

	Time (hours)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-24 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-24 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-23 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-23 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-26 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-26 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-27 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-27 (m H2O)
0	0.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	16	0	20
1	1.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	16	0	20
2	2.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	16	0	20
3	3.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	16	0	20
4	4.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20
5	5.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20
6	6.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	19
7	7.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
8	8.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
9	9.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
10	10.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
11	11.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
12	12.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
13	13.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
14	14.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
15	15.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
16	16.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
17	17.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
18	18.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
19	19.000	(N/A)	1	0	17	0	17	0	15	0	19
20	20.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20
21	21.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20
22	22.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20
23	23.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20
24	24.000	(N/A)	2	0	17	0	17	0	15	0	20

En el segundo tramo las presiones no presentan grandes variaciones y están dentro de lo establecido con una presión mínima de 15 (m H₂O) y una máxima de 20 (m H₂O).

GRÁFICA 10. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 3.

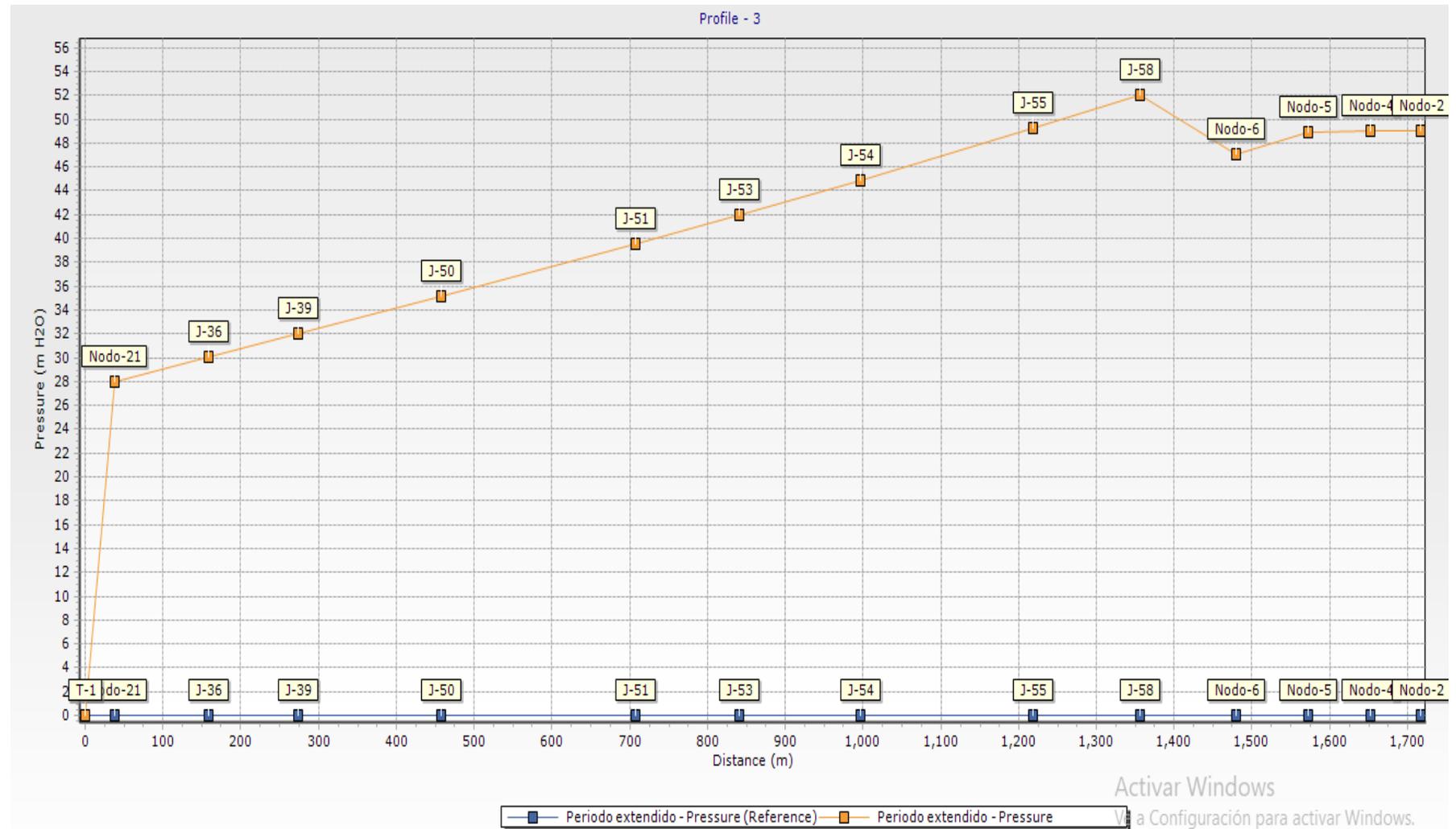


TABLA 15. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 3.

Time (hours)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-21 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-21 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - J-36 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - J-36 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - J-39 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - J-39 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - J-50 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - J-50 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - J-51 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - J-51 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - J-53 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - J-53 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - J-54 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - J-54 (m H2O)
0	0.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
1	1.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
2	2.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
3	3.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
4	4.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	39	0	42	0
5	5.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	39	0	42	0
6	6.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	39	0	42	0
7	7.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	35	0	39	0	42	0
8	8.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
9	9.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
10	10.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
11	11.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0
12	12.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	36	0	40	0	43	0
13	13.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	36	0	40	0	43	0
14	14.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
15	15.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
16	16.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
17	17.000	(N/A)	1	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
18	18.000	(N/A)	1	0	28	0	31	0	33	0	37	0	42	0	45	0
19	19.000	(N/A)	1	0	28	0	31	0	33	0	37	0	42	0	45	0
20	20.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
21	21.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
22	22.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
23	23.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	36	0	41	0	43	0
24	24.000	(N/A)	2	0	28	0	30	0	32	0	35	0	40	0	42	0

Para el tercer tramo al igual que en los 2 primeros no se presentan grandes diferencias en las presiones a pesar de los diferentes factores de demanda, una presión mínima de 16 (m H₂O) y una máxima de 36 (m H₂O).

GRÁFICA 11. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 4.

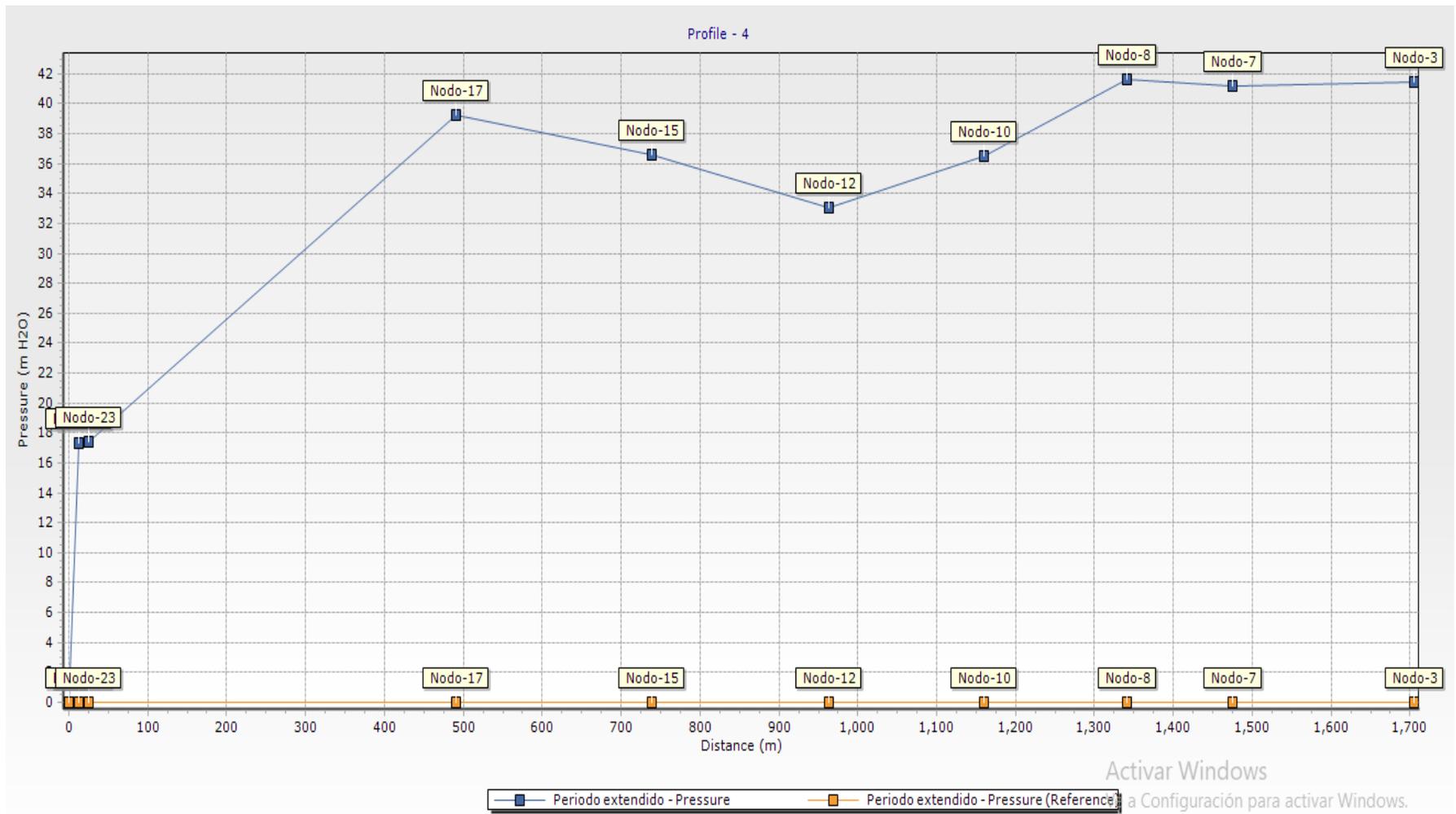


TABLA 16. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LOS NODOS TRAMO 4.

Time (hours)	Periodo extendido - Pressure - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - T-1 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-24 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-24 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-23 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-23 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-17 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-17 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-15 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-15 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-12 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-12 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-10 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure (Reference) - Nodo-10 (m H2O)	Periodo extendido - Pressure - Nodo-8 (m H2O)	
0	0.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	36	0	42
1	1.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	36	0	42
2	2.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
3	3.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
4	4.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
5	5.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	32	0	36	0	41
6	6.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	32	0	36	0	41
7	7.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	32	0	36	0	41
8	8.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
9	9.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
10	10.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
11	11.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
12	12.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
13	13.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41
14	14.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
15	15.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
16	16.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
17	17.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
18	18.000	1	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	34	0	37	0	42
19	19.000	1	(N/A)	17	0	17	0	40	0	37	0	34	0	37	0	43
20	20.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
21	21.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
22	22.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
23	23.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	37	0	33	0	37	0	42
24	24.000	2	(N/A)	17	0	17	0	39	0	36	0	33	0	36	0	41

Para el cuarto y último tramo pasa lo mismo de los tres anteriores, debido a que no son grandes las demandas las presiones no presentan grandes cambios con una presión mínima de 17 (m H₂O) y una máxima de 42 (m H

C) RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EPANET PARA COMPARAR DATOS DE WATERGEMS Y SIMULACION DE CLORACION.

FIGURA 11. SIMULACIÓN EN EPANET DEL ANÁLISIS DINÁMICO.

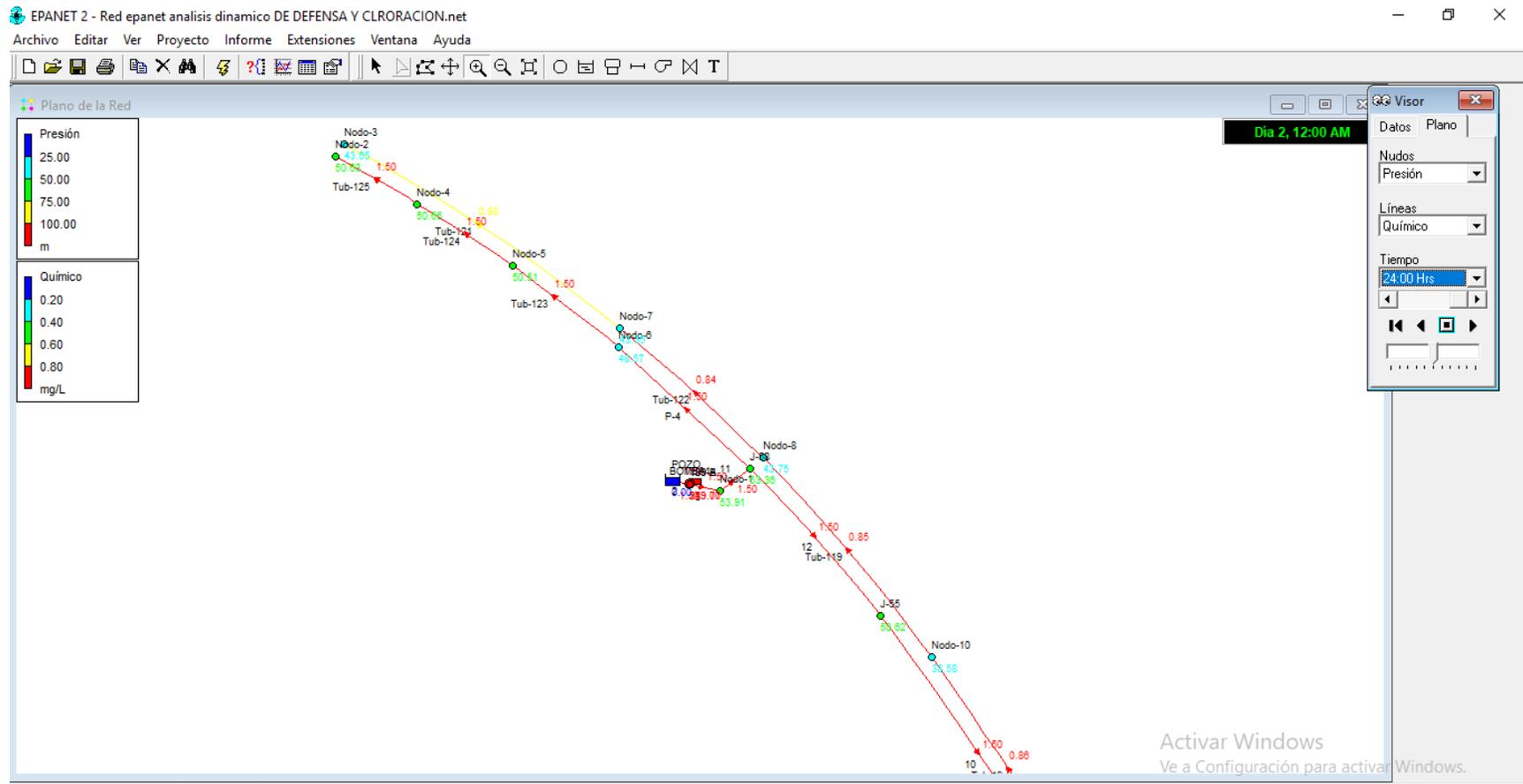


Tabla 17. ANÁLISIS DE PRESIONES Y CLORO EN LOS NODOS.

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Químico mg/L
Conexión Nudo-23	0.00	344.29	18.36	0.89
Conexión Nudo-20	0.00	344.29	37.15	0.89
Conexión Nudo-24	0.00	344.30	18.17	0.91
Conexión Nudo-1	0.00	350.27	53.91	1.50
Conexión Nudo-3	0.03	343.82	43.65	0.77
Conexión Nudo-21	0.00	344.44	27.91	1.50
Conexión Nudo-22	0.03	344.28	20.54	0.78
Conexión Nudo-27	0.03	344.28	20.87	0.77
Conexión Nudo-26	0.03	344.28	16.70	0.87
Conexión Nudo-10	0.03	343.87	38.58	0.85
Conexión Nudo-12	0.03	343.91	35.10	0.86
Conexión Nudo-15	0.03	343.98	38.47	0.87
Conexión Nudo-17	0.03	344.08	40.85	0.88
Conexión Nudo-8	0.03	343.84	43.75	0.84
Conexión Nudo-6	0.03	350.09	48.57	1.50
Conexión Nudo-7	0.10	343.82	43.35	0.83
Conexión Nudo-5	0.03	350.09	50.51	1.50
Conexión Nudo-4	0.03	350.09	50.65	1.50
Conexión Nudo-2	0.03	350.09	50.63	1.50
Conexión J-36	0.03	344.85	30.13	1.50
Conexión J-39	0.03	345.28	32.29	1.50
Conexión J-50	0.03	345.99	35.77	1.50
Conexión J-51	0.03	347.03	40.57	1.50
Conexión J-53	0.03	347.61	43.16	1.50

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Químico mg/L
Conexión Nudo-10	0.03	343.87	38.58	0.85
Conexión Nudo-12	0.03	343.91	35.10	0.86
Conexión Nudo-15	0.03	343.98	38.47	0.87
Conexión Nudo-17	0.03	344.08	40.85	0.88
Conexión Nudo-8	0.03	343.84	43.75	0.84
Conexión Nudo-6	0.03	350.09	48.57	1.50
Conexión Nudo-7	0.10	343.82	43.35	0.83
Conexión Nudo-5	0.03	350.09	50.51	1.50
Conexión Nudo-4	0.03	350.09	50.65	1.50
Conexión Nudo-2	0.03	350.09	50.63	1.50
Conexión J-36	0.03	344.85	30.13	1.50
Conexión J-39	0.03	345.28	32.29	1.50
Conexión J-50	0.03	345.99	35.77	1.50
Conexión J-51	0.03	347.03	40.57	1.50
Conexión J-53	0.03	347.61	43.16	1.50
Conexión J-54	0.03	348.33	46.20	1.50
Conexión J-55	0.03	349.40	50.62	1.50
Conexión J-58	0.00	350.10	53.36	1.50
Conexión 189-A	0.00	279.63	279.07	1.50
Conexión 189-B	0.00	350.40	349.70	1.50
Conexión N-1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	No Disponible
Embalse POZO	-1.06	279.71	0.00	1.50
Depósito T-1	0.44	344.31	2.82	0.91

En las tablas podemos observar que no hay una gran variación en las presiones con respecto a WATERGEMS, para la cloración se utilizó un dosificador instalado en la sarta de la bomba para una dosis de 1.50 mg/L, al simularlo hay una correcta distribución de cloro a lo largo de toda la tubería.

5.10 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Capacidad de almacenamiento

Por tener una población menor de 5000 habitantes no se considera volumen de incendios. Poblaciones menores de 20000 habitantes, el **25%** del consumo promedio diario más pérdidas (CPD)

Cpd= 0.5304 lps

V tanque = 25% cpd + 15% cpd

Entonces el volumen total es.

V tanque = (((0.25*0.5304) +(0.15*0.5304))/1000)*86400

V tanque = 18.33 m³

El volumen requerido para el almacenamiento es de 18.33 m³

Diseño del tanque

Para el dimensionamiento del tanque se tomará como propuesta un tanque de forma circular tomando en cuenta que D=H de la siguiente formula se hace la demostración matemática para encontrar el diámetro y la altura del tanque.

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times D^2 H$$

Como D=H entonces

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times (H^2 \times H)$$

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} \times H^3$$

Haciendo el despeje de H nos queda.

$$H = \sqrt[3]{\frac{4v}{\pi}}$$

Sustituyendo valores.

$$H = \sqrt[3]{\frac{4*18.33m^3}{\pi}}$$

$$H= 2.86m$$

$$D= 2.86m$$

Se consideró la construcción de un solo tanque con una capacidad de $18.33m^3$ dadas las características topográficas del área del área de diseño y en base al diseño hidráulico del sistema, para cumplir con los criterios de presión en la red de distribución se consideró un tanque con una altura de 2.86 m un diámetro de 2.86 m.

Al hacer la modelación en WATERGEMS se pudo observar que el volumen no era suficiente para satisfacer las demandas con las diferentes variaciones de consumo por lo que se debió cambiar las dimensiones a 5 metros de diámetro y 3 metros de alto con un volumen de $58.90m^3$, ver anexo D.

5.11 COSTO Y PRESUPUESTO

Tabla 18. Costo y presupuesto de la obra y propuesta de saneamiento

Etapa	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo total
300	PRELIMINARES				25,724
1	TRAZO Y NIVELACION				
2	Trazo de Eje de Tubería de Agua Potable (Incl. Estacas de Madera+ Mano de Obra+ Equipo de Topografía)	m	3976.5	3.1841	12,661.57
3	Rótulo 1.22 x 2.44 (estr. Metal y zinc liso)	c/u	1	13,000	13,000
400	RED DE DISTRIBUCION				1,900,350.139
1	Excavación para tubería con retroexcavadora múltiple 0.80 de ancho x 0.90 profundidad	Hora	40	3976.5	159,060
2	Operador	Hora	40	50	2000
3	Afinar el fondo de zanjas, cuando han sido excavadas a maquina	ML	3976.5	6.12	24,336.18
4	Proteger tubería de 0.90 de profundidad con dos capas	M3	2,863.08	19.55	55,973.214
5	Pegar tubos de 2 pulgadas	ML	3976.5	12.73	50,620.845
6	Tubería de 2 pulgadas SDR 32.5	c/u	663	824.46	546,616.98
7	Codos de 2 pulgadas	c/u	5	120	600
8	pegamento por galón	c/u	6	2,025	12,150
9	T de 2 pulgadas	c/u	70	135	9450
10	Abrazaderas con derivación roscada de 2'' a ½''	c/u	68	360	24,480
11	Dosificador de cloro	c/u	1	29876	29876
12	Instalar abrazadera de 2''	c/u	68	50	3,400
13	Válvula de inserción de ½''	c/u	68	280	19,040
14	Instalar válvula de ½''	c/u	68	45	3,060
15	Adaptador de compresión	c/u	68	275	18,700
16	Instalar adaptador de compresion	c/u	68	12	816
17	Tubo ramal de ½'' para conexiones domiciliarias	c/u	272	45	12,240
18	Instalar tubos de ½''	c/u	272	10	2,720
19	Manómetro de 100 PSI	c/u	1	1800	1800
20	Instalar manometro	c/u	1	150	150
21	Válvula de limpieza	c/u	1	1687	1,687
22	Instalar válvula de limpieza	c/u	1	60	60
23	Valvula de aire y vacio de hierro fundidode 1'' con caja reguladora de 0.60 m x 0.60 m	c/u	1	20,500	20,500
24	Válvula de check	c/u	1	650	650
25	Instalar válvula de check	c/u	1	65	65

26	Válvula de pase	c/u	1	456	456
27	Instalar válvula de pase	c/u	1	35	35
28	Pedestales para sostener tuberías	c/u	8	300	2400
29	Construir pedestales	c/u	8	100	800
30	Bomba de agua de 3 hp	c/u	4	128,536.48	514,145.92
31	Breaker de 1x20 amperios	c/u	1	350	350
32	Caja de registro de emt de 6" x 6" con tapa de emt de 6"x6" para intemperie	c/u	1	900	900
33	Alambre número 12	M	55	40	2200
34	adaptador macho de 2 pulgadas	c/u	1	150	150
35	Reparar cunetas	M2	1,400	12.33	17,262
36	Bolsas de cemento	c/u	700	356	249,200
37	Grava	M3	42	1,200	50,400
38	Arena	M3	56	800	44,800
500	BASE Y CONSTRUCCION DE CASETA				62,268
1	Bloques de 8``x 8`` x 12``	c/u	272	42	11,424
2	Zinc carrugado cal 26	c/u	4	450	1,800
3	Vigas de madera de 2`` x 4`` x 4 varas	c/u	4	200	800
4	Reglas de madera de 1`` x 3`` x 4 varas	c/u	5	90	450
5	Bolsas de cemento	c/u	25	356	8,900
6	Acero carrugado 3/8 ``	qq	4	1500	6,000
7	Acero de ¼``	qq	2	1200	2,400
8	Alambre de amarre	Lbr	30	35	1,050
9	Pernos para zinc 3``	c/u	48	3	144
10	Arena	M3	3	800	2,400
11	Grava	M3	1.5	1200	1,800
12	Puerta de madera	c/u	1	4500	4,500
13	Ventana de aluminio y verjas	c/u	1	600	600
14	Mano de obra	c/u	1	20,000	20,000
600	BASE Y CONSTRUCCION DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO				123,912
1	Limpieza inicial	M2	100	10	1,000
2	Acero 1/2 pulgadas	Qq	12	1,500	18,000
3	Arena	M3	10	800	8,000
4	Grava	M3	8	1,200	9,600
5	Bolsas de cemento	c/u	120	356	42,720
6	Tablas de 1 x 0.20 x3	c/u	14	350	4,900
7	Niveletas dobles 1.50m x 1.50m	c/u	4	150	600
8	Zinc liso para techo	c/u	15	250	3,750
9	Perlines de 2`` x 4``	c/u	5	350	1,750

10	Clavadores de 1.5`` x 3 ``	c/u	10	220	2,200
11	Mano de obra	M2	78.53	400	31,412

El costo total de la propuesta del proyecto tiene un valor de **C\$2,112,254.139** con lo cual se estaría realizando todas las obras para poner en marcha el funcionamiento.



Conclusiones y recomendaciones



"La bebida más peligrosa es el agua, te mata si no la bebes"
El Perich

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se determinó que la población de la comunidad solo cuenta con cinco pozos dispersos y no todos en funcionamiento, como principal fuente de abastecimiento desde donde toca acarrear el líquido largas distancias por lo que es de gran urgencia para la comunidad, la construcción de este proyecto para mejorar sus condiciones de vida.
- La fuente propuesta tiene capacidad suficiente para satisfacer la demanda final del periodo de diseño.
- La red de distribución estará conformada por 3976.5 m de tubería PVC de 2", de cedula SDR-32.5.
- De acuerdo a los resultados de calidad bacteriológica, el agua presenta contaminación por coliformes fecales y coliformes totales, por lo que se propone la desinfección del agua, mediante solución de hipoclorito de sodio, inyectada por dosificador en la sarta de la bomba.
- Se propone un tanque para almacenamiento de concreto ciclópeo de 15,559.73 galones, este volumen tiene capacidad para satisfacer la demanda al final del periodo de diseño de 20 años, de cinco metros de diámetro y tres metros de alto.

- Se encontraron los puntos más altos y bajos de la comunidad que son de gran importancia para conocer las presiones máximas y mínimas a las que estará expuesto el sistema.
- Se conocieron las longitudes entre puntos (pozo, tanque y nodos) para el análisis del sistema
- Se bombearán 1.41 lps (uno punto, cuarenta y uno) litros por segundo del pozo perforado. El agua se impulsará por medio de equipo de Bombeo de tipo sumergible de potencia 3 Hp, con una capacidad de 2.5 (Dos punto cinco) litros por segundo.
- El costo total del proyecto será de C\$ **C\$2,112,254.139** (Dos millones, ciento doce mil, doscientos cincuenta y cuatro, punto ciento treinta y nueve).

RECOMENDACIONES

- Se sugiere la construcción de la red de distribución con diámetros y materiales presentados en diseño.
- Las tuberías se instalarán a una profundidad de 0.70m, ya que es lo mínimo establecido por la norma.
- El personal que operara el sistema debe de ser capacitado efectivamente para conocer todos los por menores de las actividades que requiere la operación y mantenimiento del sistema, que garanticen su auto sostenibilidad.
- Se debe capacitar al personal que se encargará de la operación del equipo de bombeo, desde la etapa de instalación hasta la puesta en marcha del sistema.
- Clorar el agua con hipoclorito de sodio, y con frecuencia verificar en la red de distribución el cloro residual, principalmente en los puntos más lejanos de la red de distribución.
- Evitar rupturas en las tuberías a fin de evitar re contaminación del agua y acumulación de aire

BIBLIOGRAFÍA

agua, e. d. (2013). esfera del agua.

Atmosphere, I. S. (s.f.).

Baird, C. (2001). *Química ambiental*. Barcelona: Reverté S.A.

Bentley Systems, I. (2019). *WaterGEMS*. Obtenido de Bentley Systems, Inc.:
<https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watergems>

Calidad, U. E. (2015). Hierro o Fierro Total.

Canda, B. H. (2011). Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de las Comunidades Rurales Los Jocotes y Sector III de Vista Alegre,.

Capo. (2002). *Calidad fisicoquímica de resorvorios de agua*.

Capó, M. (2002). *Principios de ecotoxicología, diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente*. Madrid: McGraw-Hill.

CAPRE. (s.f.). Calidad fisico-quimica y microbiologica del agua.

CESAR, C. A. (2015). Nivel estatico del agua.

Chontales, R. E. (07 de Septiembre de 2013). *Facebook Revista Eco III*. Obtenido de
<https://es-la.facebook.com/RevistaEcoliiVillaSandinoChontales/>

Comisión Nacional del agua. (2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMINETO*. Mexico: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Company, G. W. (2013). La concentracion de sulfatos en agua potable.

Conagua. (2011).

Cruz, P. R. (04 de Abril de 2016). *www.academia.edu*. Obtenido de
www.academia.edu:

https://www.academia.edu/7341842/Abastecimiento_de_Agua_-_Pedro_Rodr%C3%ADguez_Completo

CTN, E.-1. D. (2020). NORMA OBLIGATORIA NICARAGUENSE.

DANONE. (2015). método de análisis del sodio.

DOCPLAYER. (2005). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/14824384-Limpieza-y-desinfeccion-de-sistemas-de-agua-potable.html>

DOF. (2001).

EcuRed. (2011). El manganeso en el agua.

ecuredred.cu. (s.f.).

Elaboracion propia. (s.f.).

ENACAL. (2015). *Técnicas de ejecución de proyectos de agua potable en el sector rural*. Managua.

España, P. (2018).

et, F. (1994). Saneamiento de fuente de agua.

GRUNDFOS. (2014). Golpe de ariete.

<https://es.weatherspark.com/>. (s.f.).

<https://es.weatherspark.com/>. (s.f.).

INAA. (1989). *Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas*.(NTON 09003 - 99). Managua: SE.

INAA. (2020). *Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas*.(NTON 09007 - 19). Managua: SE.

INETER. (2016). parametros del clima de Juigalpa.

- INIDE. (02 de Febrero de 2016). *Censo poblacional de Nicaragua*. Recuperado el 2 de Febrero de 2016
- INIDE. (2016). *Departamentos y Municipios de Nicaragua INIDE*. Obtenido de <https://www.inide.gob.ni/docu/Cenagro/Municipios/porta1chontales.htm>
- INIDE), I. N. (2008). *Senso poblacional de Villa Sandino*. Managua.
- INIFOM. (14 de Diciembre de 1994). *INIFOM.GOB.NI*. Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de INIFOM.GOB.NI:
<http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/RIO%20SAN%20JUAN/elalmen dro.pdf>
- Instituto de Hidrología, M. y. (2007).
- INSTRUMENTAL, T. (2018).
- Lenntech. (3 de Agosto de 2014). *Universidad técnica de Delf*. Obtenido de <http://www.lenntech.es/sobre/sobre-lenntech.htm>
- Library. (2006). Linea de conduccion.
- Maquez, S. (2010). *Distribucion espacial de la presencia de coliformes totales en el embalsede la ESPOL*. Guayaquil.
- Marcha, e. e. (2017).
- Marquez, F. G. (1994). El Topografo Descalzo. En F. G. Marquez, *El Topografo Descalzo* (pág. 317). Mexico D.F.: Arbol Editorial, S.A de C.V.
- METZGAR, B. a. (2001).
- MTI. (2015). *Infraestructura vial*. Managua.
- NTON 09007 - 19, 2. (2020). INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas.

- NTON 09007 - 19, 2. (2020). INAA, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas.
- OMS. (1996). *La calidad microbiológico del agua*.
- Orvay, F. (1993). *Acuicultura marina*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Pérez, L. R. (s.f.). *Gestión de agua y saneamiento sostenible*. Obtenido de Conducción por gravedad: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad>
- Pro-Mix. (2012). Carbonatos y bicarbonatos en el agua.
- Ramalho, R. (1996). *Tratamiento de aguas residuales* . Barcelona: Reverté S.A.
- Ramos, R. (2003). *El agua en el medio ambiente* . México D.F: Plaza y Valdez S.A de C.V.
- Resources, I. D. (2009). CLORUROS TOTALES EN EL AGUA DE ABASTECIMIENTO.
- Revista Eco III, V. S. (07 de Septiembre de 2013). *Facebook Revista Eco III*. Obtenido de <https://es-la.facebook.com/RevistaEcoliiVillaSandinoChontales/>
- Sánchez. (2017). *Calidad fisicoquímicas del agua*.
- SSWM. (2020). Pozos perforados.
- Technologies, O. (2021).
- Teoría del Golpe de Ariete y sus aplicaciones en la Ingeniería Hidráulica, U. M. (1987).
- Treatment, W. (2014). Idoneidad del método de análisis de magnesio.
- UMS, R. (2001). La topografía para diseño de agua potable.
- UNIFOM. (2015). Clima en Villa Sandino.
- UNIFOM. (2015). Descripción general del municipio de Villa Sandino Chontales.

Wastewater. (1998). Standard Methods for the Examination of Water.

Weatherspark. (s.f.).

ANEXOS



“ Agua que no has de beber, déjala correr ”