



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
MUNICIPIO DE SAN JOSE DE BOCAY, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Luiggi Alfonso Blandón Martínez

Br. Early Shawon Ebanks Calero

Br. Olivert José Ortega Mejía

Tutor

Msc. Ing. Lino Antonio Aranda Salmerón

Managua, Mayo 2015

RESUMEN

En el presente trabajo monográfico se muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad en la comunidad de San José de Bocay.

La comunidad de San José de Bocay está situada a 119 Km. de su cabecera departamental Jinotega, su ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 13°22' latitud norte y 85°40' latitud oeste, con una altitud aproximada de 600 m.s.n.m.

El Municipio de San José de Bocay, presenta un relieve accidentado con áreas montañosas de abundante vegetación y alturas variables que van desde los 300 metros sobre el nivel del mar, hasta alturas superiores a los 1,745 metros sobre el nivel del mar. El Municipio se extiende sobre la parte noreste de la cordillera Isabelia, con su punto predominante el macizo de Peñas Blancas. Por el lado oeste del municipio se localiza el ramal de la misma cordillera el macizo de Kilambe continuando hasta el cerro la Campana en el Municipio de Wiwilí.

Tiene una población total de 4,578 personas distribuidos en 763 viviendas (6 hab/casa), actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua potable en cantidad y calidad, debido a la demanda creciente de la población que afectó seriamente el servicio, teniéndose que sectorizar el sistema y racionalizar la distribución del agua, garantizándose en promedio el abastecimiento de 2 horas diarias a cada sector.

El diseño del sistema se basó en los resultados de los estudios de aforo, topográficos, de calidad de agua, a si también en el estudio socioeconómico. Estas fueron herramientas muy importantes las cuales nos permitieron conocer las condiciones de la comunidad, a la vez nos ayudaron a proponer un diseño eficiente y adecuado a las necesidades de los pobladores.

De acuerdo a los estudios realizados se propone la construcción de un sistema de agua potable por gravedad, la fuente de abastecimiento propuesta es superficial (Quebrada), la fuente tiene una cota de elevación de 715.17 m y el punto más alto en la comunidad.

I. GENERALIDADES

I.1 INTRODUCCION

El suministro de agua potable es uno de los servicios básicos de mayor importancia para una ciudad y sus comunidades, ya que el vital líquido facilita en ellas el desarrollo socio-económico y sanitario. Es necesario proveer a las ciudades de sistemas capaces de funcionar eficientemente para conducir el agua a los usuarios en cantidad y calidad.

Por su posición geográfica y la difícil accesibilidad a San José de Bocay, tanto para llegar desde Managua como para movilizarse hacia las zonas rurales, hace que la ejecución del proyecto de agua potable sea de mucha importancia para mejorar las condiciones vida de la población y en general para el desarrollo económico de la cabecera municipal y de las comunidades de La Pista y La pimienta.

Con la ejecución del proyecto de agua potable, se pretende mejorar la calidad del servicio e incrementar la cobertura del sistema de agua potable a un 100% de la población del casco urbano, a través de la instalación de 763 conexiones domiciliarias, con las cuales se beneficiará un total de 4, 578 personas.

El agua suministrada debe ser en cantidad suficiente, y de buena calidad física, química y bacteriológica; es decir, apta para el consumo humano.

I.2 Límites y Descripción General de la Comunidad

El Municipio de San José de Bocay, está situado al noreste del territorio Nicaragüense, posee una extensión territorial de 3,990.40 Km², se encuentra a 240 Km. de la Capital y una distancia de 119 Km. de su cabecera departamental Jinotega, su ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 13° 22' latitud norte y 85° 40' latitud oeste, con una altitud aproximada de 600 m.s.n.m.

Está situado al noreste del Departamento de Jinotega:

Limita al Norte: Con la República de Honduras.

Al Sur: Con el municipio de Cuá – Bocay.

Al Este: Con los municipios de Waspán, Bonanza, Siuna y Waslala de la RAAN.

Al Oeste: Con el municipio de Wiwilí de Jinotega

Disponen de un instituto de secundaria y una escuela primaria, existe un centro de salud el cual funciona como hospital primario, además en el casco urbano existe una casa materna donde se brinda atención prenatal a las madres de las comunidades del municipio.

I.3 JUSTIFICACION

Actualmente el casco urbano de San José de Bocay, se abastece de dos subsistemas de agua por gravedad, compuestos por dos (2) fuentes de agua, la primera ubicada en la comunidad de Elevay, a ocho kilómetros al Este de la cabecera municipal con capacidad de 3.5 litros por segundo en época de verano y 6 litros por segundo en época de invierno, con línea de conducción de tubería PVC, SDR – 26 de 4” de diámetro. La segunda fuente de agua se encuentra ubicada en la comunidad Los Ángeles a 3.50 kilómetros al Oeste del casco urbano de San José de Bocay, con una capacidad de 11.83 litros por segundo en época de verano y 30 litros por segundo en época de invierno.

Por lo que para cubrir el déficit de producción y la demanda de la población en el año 2002, se construyó el segundo subsistema abastecido por la fuente de Los Ángeles, lo que generó una mayor oferta en el casco urbano de San José de Bocay.

Además, el sistema actual no posee sistema de tratamiento, únicamente se clora el agua en la tubería de salida del almacenamiento de forma irregular.

Actualmente en la comunidad de San José de Bocay existen 763 viviendas y un total de 4,578 habitantes. Con la construcción de este sistema se pretende que los pobladores alcancen mejores condiciones de vida, reflejada principalmente en la salud, la educación y aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales.

I.4 OBJETIVOS

I.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano de San José de Bocay.

I.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar un análisis puntual de calidad de agua en laboratorios especializados para determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua a ser captada.
2. Realizar levantamiento topográfico de los diferentes componentes del sistema de agua propuesto.
3. Realizar el análisis hidráulico de la línea de conducción y red de distribución con apoyo del programa EPANET 2.0
4. Elaborar de los planos constructivos de los diferentes componentes del proyecto (Obra de captación, desarenador, caja de acopio, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, conexiones domiciliarias con su medidor caja protectora, sistema de desinfección del agua.)
5. Elaborar de presupuesto detallado de los diferentes componentes del proyecto. (Obra de captación, desarenador, caja de acopio, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, conexiones domiciliarias con su medidor caja protectora, sistema de desinfección del agua.).
6. Elaborar de Especificaciones Técnicas de materiales y construcción de los diferentes componentes del proyecto (Obra de captación, desarenador, caja de acopio, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, conexiones domiciliarias con su medidor caja protectora, sistema de desinfección del agua.)
7. Dimensionamiento de los elementos del sistema, (Obra de captación, desarenador, caja de acopio, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, conexiones domiciliarias con su medidor caja protectora, sistema de desinfección del agua).

II. INFORMACIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD

II.1 Localización y Acceso

La cabecera departamental de San José de Bocay, se localiza a 119 Km. al noroeste de la ciudad de Jinotega, siendo éste el municipio más nuevo del departamento de Jinotega. El acceso es por medio de una carretera de todo tiempo que une San José de Bocay con Jinotega con un recorrido de 119 Km, además existe otra vía de acceso de todo tiempo que une San José de Bocay con Matagalpa. Esta comunidad está conformada por 763 viviendas, donde habitan 4578 personas en total, siendo beneficiados directos con el proyecto.



Figura No.1 Ubicación de la comunidad de San José de Bocay departamento de Jinotega, GOOGLE.

II.2 Ubicación Geográfica, Clima y Pluviosidad.

El Municipio de San José de Bocay, está situado al noreste del territorio Nicaragüense, posee una extensión territorial de 3,990.40 Km², se encuentra a 240 Km. de la Capital y una distancia de 119 Km. de su cabecera departamental Jinotega, su ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 13° 22' latitud norte y 85° 40' latitud oeste, con una altitud aproximada de 600 m.s.n.m.

El clima del Municipio de San José de Bocay es de temperatura que oscila entre los 24 y 25° centígrados con grandes precipitaciones anuales que le dan las características de una zona de sabana tropical de 1600 a 2000 mm, la estación en el período de invierno dura aproximadamente unos ocho meses y el resto es estación seca. Además, el Municipio cuenta con zonas de protección de bosques, reservas naturales y genéticas que hacen del municipio un lugar con potencialidad natural para su desarrollo. San José de Bocay, es un municipio privilegiado por tener en su territorio áreas protegidas que en conjunto con los municipios de Wiwilí Nueva Segovia, Wiwilí Jinotega, Bonanza, Siuna, Waslala y Waspán forman parte del territorio de la Reserva Biosfera de Bosawas.

II.3 Socioeconómico

Como parte del proceso de diseño del proyecto de agua potable, se levantaron 763 encuestas socio-económicas de 763 viviendas con que cuenta la comunidad representando el 100 % del total de las viviendas.

Los datos obtenidos en la encuesta socioeconómica permitieron conocer aspectos, socio-económicos, demográficos, de educación, de salud, y la situación relacionada con agua potable y saneamiento de la comunidad, los que a continuación se detallan.

II.4 Población

Del total de la población encuestada el 51 % son mujeres y el 49 % varones. Destacándose un 41 % de personas en los rangos de 0 a 18 años. Así mismo cuenta con un 38 % de habitantes en las edades de 19 a 30 años y un 21 % de personas mayores de 30 años. Dichos resultados indican que es una población

II.5 Económico Social

Las fuentes de ingreso de los pobladores no se reducen a una sola actividad, es una combinación de actividades productivas que va desde la agricultura, ganadería, pulpería y comercio.

El 38 % de la población se dedican a la agricultura, teniendo esta como una única fuente de ingreso en la familia especialmente a la producción granos básicos. El 6 % se dedica a la ganadería, siendo este de tipo extensiva. El 14 % de los pobladores son asalariados, el 5 % se dedican al comercio, 5 % son propietarios de pulperías.

II.6 Educación

En el municipio de San José de Bocay existen 142 escuelas, de las cuales 36 son construidas por el FISE y 102 escuelas construidas por padres de familia. En la cabecera municipal existen dos centros educativos, un Instituto de secundaria y una escuela primaria.

En el sector rural del municipio, las escuelas están organizadas por núcleos educativos, y en ellos se atienden modalidades como Primaria Regular, Primaria Multigrado para niños en edad escolar y los programas de educación de personas jóvenes y adultos como Alfabetización, Yo sí puedo seguir, Ya puedo leer y escribir, I, II y III nivel de EBA para que las personas adultas completen su educación primaria.

En la cabecera municipal funciona un centro de educación superior (Universidad Martín Lutero), donde tienen acceso alumnos de la Microrregión de Ayapal y la zona indígena de Raití ubicadas a 40 y 240 km de la cabecera municipal respectivamente. Actualmente la Alcaldía de San José de Bocay tiene 38 alumnos becados en la Universidad Martín Lutero, de los cuales seis son del territorio Misquito Indias Tabaika Kum.

También existen tres escuelas de educación media que atienden en la modalidad regular y a distancia, asimismo existen programas de profesionalización de los

docentes en el municipio que atiende la normal de Matagalpa con sede en el departamento de Jinotega.

II.7 Salud

El casco urbano de San José de Bocay, cuenta con un Centro Salud que fue remodelado en el año 2000 para brindar una mejor atención a la población, éste centro funciona como hospital primario, además en el casco urbano existe una casa materna, donde se brinda atención prenatal a las madres de las comunidades del municipio, con el propósito de contribuir a disminuir el índice de muerte materna y muerte perinatal, situación que se quiere revertir dado que SJB es uno de los municipio de Nicaragua con mayores niveles de mortalidad materna.

Este municipio cuenta además con siete puestos de salud, en ellos se atiende la población que habita en las micro regiones de Ayapal, El Tigre, Wisuh, Amak en ellos son atendidos entre 1,800 y 3,400 personas en el territorio.

Los indicadores municipales de salud son: Tasa de Natalidad 31.8%, tasa global de fecundidad 6.41%, Tasa de mortalidad Neonatal 5.16%; Tasa de Mortalidad Infantil 10.32%; Tasa de mortalidad en menores de 5 años 0.36%; Tasa de mortalidad Materna 3:87% y Tasa de Mortalidad General 1.82%.

Para el año 2014, se tiene previsto la construcción de un hospital para atender a la población de la región.

II.8 Telecomunicaciones

En el Municipio existe una red de Radios Comunicadores que ha sido instalada por diferentes instituciones y organismos como: Proyecto Zona Norte/UE, La Secretaría Técnica de BOSAWAS (SETAB), COPAZ, MINSA, Iglesia Católica, Centro Humboldt y Alcaldía Municipal, La Cuculmeca/COSUDE/Alcaldía Municipal, además la Micro región de Bocay y Ayapal cuentan con dos radios Emisoras locales. Asimismo, con la colaboración de la iglesia se ha logrado la instalación de un centro para el servicio de Internet a la población.

La cobertura de comunicación en el Municipio ha avanzado significativamente, por gestiones de la Alcaldía de San José de Bocay, se logró la instalación de una antena de ENITEL en Bocay y Ayapal, la que ha permitido la comunicación individual de los pobladores del Municipio. Actualmente se gestiona la Instalación de otras en el Municipio en la micro región de San Juan de Awaswas.

II.9 Energía eléctrica

El casco urbano de San José de Bocay, cuenta con el servicio de energía eléctrica, administrado por APRODELBO (Asociación Pro desarrollo de Servicio Eléctrico de Bocay), el cual se garantiza por medio de una subestación

hidroeléctrica con capacidad de generación de 115 Kilovatios, mediante la captación de las aguas provenientes de la micro cuenca Los Ángeles, ubicada en el sector noroeste del casco urbano. La red de distribución posee una longitud de 10 km de tendido eléctrico, así como un sistema de alumbrado público compuesto por 31 luminarias.

El servicio de energía eléctrica se brinda únicamente en el casco urbano a un total de 486 usuarios lo que representa una cobertura del 98%.

No obstante, en las horas picos entre las 7pm a las 10pm, la Subestación Hidroeléctrica no genera suficiente energía para cubrir la demanda máxima de la población, por lo que se hace necesaria la incorporación de una Planta generadora a base de diesel.

Las proyecciones de APRODELBO en el corto y mediano plazo es la construcción de una Mini Central Hidroeléctrica en el río Santa Teresa que genere 2 mega vatios para ampliar la cobertura hacia Ayapal, San Juan, San Luis y San Miguel de Kilambé.

Recientemente (Feb 2014), APRODELBO ha iniciado la construcción de una mini central Hidroeléctrica en la micro cuenca La Camaleona.

La Pequeña Central Hidroeléctrica La Camaleona consiste en un aprovechamiento de un desnivel de aproximadamente 164 metros en el Río La Camaleona, contando con una cuenca hidrográfica de 13.3 km² de extensión.

Adicionalmente, para compensar el déficit de generación de energía eléctrica en las horas picos, APRODELBO compra energía eléctrica al sistema interconectado nacional.

II.10 Servicio de Transporte

La principal vía de acceso a la cabecera municipal es la carretera de todo tiempo que une San José de Bocay con Jinotega con un recorrido de 119 km, pasando por el municipio del Cuá, además existe otra vía de acceso de todo tiempo que une a San José de Bocay con Matagalpa en la dirección del municipio del Tuma la Dalía con un recorrido de 110 Km.

La comunicación entre el casco urbano de San José de Bocay y Ayapal, se hace a través de una carretera embalstrada de aproximadamente 40km de longitud.

Durante la época de invierno, el acceso se hace difícil por la cantidad de ríos que deben cruzarse a lo largo de la carretera, los cuales son muy peligrosos por la falta de puentes que garanticen la comunicación entre ambas microrregiones de forma segura. .

Las diferentes comunidades se comunican con los centros urbanos del municipio por medio de caminos de todo tiempo. En la época de invierno, el principal problema es el deterioro de los caminos, ocasionando serios problemas al tráfico de las personas y la extracción de la producción.

II.11 Sistema Alcantarillado

En el casco urbano de San José de Bocay y comunidades La Pista y La Pimienta no existe servicio de Alcantarillado Sanitario, la población hace uso de diferentes tipos de letrinas (Tradicional, ventiladas y sistemas mixtos con fosa séptica), solamente un porcentaje relativamente pequeño usan sistemas de saneamiento compuestos por inodoros convencionales y fosas sépticas o sumideros.

III. MARCO TEÓRICO

III.1 Fuente de Abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

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

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

III.2 Tipos de Fuentes

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

Aguas superficiales: corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos, lagunas). Proviene en gran parte y pueden recibir de manantiales, están sometidas a la acción del calor, la luz y estas pueden ser contaminadas por el vertedero de afluentes cargados de sustancias orgánicas.

Aguas sub-superficiales: manantiales y afloramiento. Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los posos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

Aguas subterráneas: son aquellas que se ha infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato permeable.

III.3 Obra de Captación

El diseño geométrico de la obra de toma deberá tomar en cuenta las condiciones naturales del afloramiento, evitando excavaciones, movimiento de tierra, relleno, carga hidrostática que pudieran afectar el flujo natural y original del agua. Por otro lado se debe procurar dar protección física a la fuente de abastecimiento contra posibles causas de contaminación del agua.

III.4 Captación

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo durante todo el año la captación de aguas previstas. El tipo de obra a emplearse esta en función de las características de la fuente, de la calidad, localización y magnitud. Pueden hacerse por gravedad aprovechando la diferencia de nivel de terreno o por bombeo. Las características y dimensiones de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro de la población. Según la calidad del agua la captación puede ser:

Directa: cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.

Indirecta: cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados con la fuente.

III.5 Desarenador

En el caso que la fuente de abastecimiento de agua sea tipo superficial, se hace necesario la instalación de un dispositivo que permita la remoción de la arena y partículas de peso específico similar (2.5), que se encuentra en suspensión en el agua y son arrastradas por ellas. Esta es la función que cumple los desarenadores, cuyos componentes principales son:

1. dispositivo de entrada y salida que aseguren una distribución uniforme de velocidades en la sección transversal.
2. volumen útil para la sedimentación de las partículas, con sección transversal suficiente para reducir las velocidades de un flujo por debajo de un valor promedio, y con longitud adecuada para permitir el asentamiento de las partículas en su trayectoria.
3. volumen adicional en el fondo, para almacenar las partículas removidas, durante el intervalo entre limpieza.
4. dispositivos de limpieza y rebose.

III.6 Línea de Conducción

Es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad se calculara con el caudal del gasto máximo diario o con el que se

considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

Se usaran planos topográficos para definir su ubicación. También será necesario en algunos casos determinar las características geológicas de los suelos y subsuelos. En la selección del trazado de la línea de conducción deben considerarse los siguientes factores:

1. Que la conducción sea por gravedad siempre que sea posible.
2. Que sea cerrada y a presión.
3. Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la red de distribución.
4. Evitar que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles.
5. Que este siempre por debajo de la línea piezométrica un mínimo de 5 metros, y la vez que se eviten presiones mayores de los 50 metros.
6. Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones.
7. Para proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, efectuar obras de protección de la tubería.
- 8.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción:

- A. Conducción por gravedad
- B. Conducción por bombeo

III.6.1 Línea de Conducción por Gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone para transportar el caudal requerido aguas debajo de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Se diseñara para la condición del consumo máximo día al final del diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario más las pérdidas.
2. En los puntos críticos se deberá mantener un presión de 5.00 m por lo menos.
3. La presión estática máximo estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda mantener una presión estática máxima de 70.00 m, incorporando en la línea pilas rompe-presión donde sea necesario.

III.6.2 Cargas Disponibles o Diferencia de Elevaciones

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre el nivel mínimo de agua en la captación y el tanque de almacenamiento (nivel máximo en el tanque), sin embargo en ocasiones puede presentarse puntos altos intermedios que no satisficiera la gravedad para un diseño adoptado bajo esa consideración, por lo cual esta verificación debe hacerse.

III.7 Almacenamiento

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

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- A. Tanques apoyados en el suelo.
- B. Tanques elevados.

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

Los tanques de almacenamiento no son solamente una opción sino una herramienta básica para mantener un Sistema de agua en funcionamiento constante con eficiencia y calidad.

III.8 Funcionamiento del Tanque de Almacenamiento

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).

Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo.

III.9 Red de Distribucion

Una red de distribucion esta formada por tuberia principal, llamada circuitos troncales o maestras y por tuberias secundarias o de relleno. Las condiciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribucion, se situa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estacion elevada a los depositos y de estos a las diferentes partes del area abastecida. Las principales entrelazandolas entre si, transportando grande cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes areas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extincion de incendios.

La red de distribucion tiene las funciones de suministrar agua a los diferentes consumidores en cantidad suficiente y entregar agua sanitariamente segura.

III.10 Tipos de redes

Dependiendo de la topografia , de la vialidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribucion.

III.10.1 Tipos Ramificadas

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

III.10.2 Tipos Mallados

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

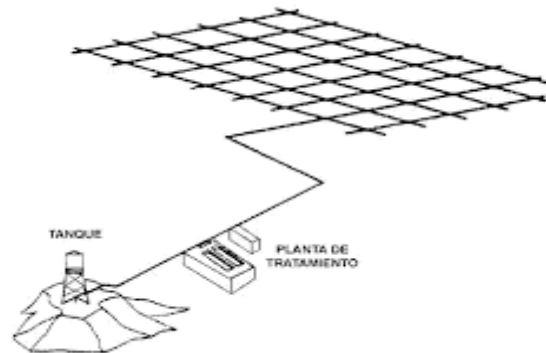


Figura No. 2 Tipo de Red Cerrada,
GOOGLE.

III.11 Conexiones Domiciliares

Son tomas de aguas que se aplica al sector rural, pero en ocasiones esporadicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la poblacion y numero de usuarios del servicio.

III.12 Accesorios

Los accesorios son piezas especiales que se instalan en las tuberías con fines de limpieza, separación y seguridad en la misma, estos se colocan como elementos de unión entre los componentes de una conducción de agua, se utilizan para efectuar intersecciones de conductos, variación de diámetros, cambios de dirección, conexiones con válvulas, etc. Este grupo es constituido por juntas, carretes, extremidades, tees, cruces, codos y reducciones, entre otros.

III.13 Accesorios y Dispositivos Especiales

Estructuras complementarias, que se precisan para el buen funcionamiento, tales como, pilas rompe presión, válvulas de aire (ventosas) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.

III.13.1 Válvulas

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

III.13.2 Válvulas de Aire

Las líneas de conducción por gravedad tienen la tendencia a acumular aire en los puntos altos, cuando se tienen presiones altas el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

La acumulación de aire en los puntos altos provoca:

Reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento en las pérdidas y una disminución del gasto.

Produce golpes repentinos en la tubería a fin de prevenir estos fenómenos deben utilizarse válvula automática, que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado. El diámetro se selecciona igual a $1/12$ del diámetro de la tubería principal.

III.13.3 Tee

Las tees se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor, en el segundo caso se llama tee de reducción.

III.13.4 Reducciones

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

III.14 Calidad del Agua

Para la determinación de la calidad de una fuente se deberán examinar las siguientes características: bacteriológicas, físicas, químicas y biológicas.

La calidad del agua deberá estar de acuerdo a las normas de calidad del agua, el agua de la fuente debe ser de tal calidad que no requiera un tratamiento que sea excesivo o antieconómico.

Para el análisis de calidad de aguas superficiales se deberá obtener las siguientes características:

- a) Hidráulicas: Caudales máximos y mínimos de los ríos, así como niveles de agua en el cauce del río, en el lago o laguna de estudio.
- b) Estudios de suelo: Para conocer los coeficientes de permeabilidad y el tipo de cultivo que se siembra en la zona.
- c) Hidrológicas: Investigaciones de datos básicos de precipitación, evaporación, infiltración, etc. Realizar balance hidráulico para determinar los caudales teóricos máximos y mínimos y flujos base de ríos, o para calcular la masa de agua.
- d) Efectuar estudios de calidad y rentabilidad en periodos de invierno y verano.

III.15 Cloración

La cloración es el procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados. Se puede emplear gas cloro, pero normalmente se emplea hipoclorito de sodio (lejía) por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación. En algunos casos se emplean otros compuestos clorados, como dióxido de cloro, hipoclorito de calcio o ácido cloro isocianúrico. La dosis empleada se determina por ensayos, y debe cubrir la demanda de cloro y un residual para evitar posteriores re infecciones del agua en los circuitos.

IV. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseños se basan en las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON09003-99).

A continuación se presentan los criterios de diseño utilizados para el diseño de cada uno de las estructuras propuestas en el presente Proyecto.

IV.1 Período de Diseño

Se considera un periodo de diseño de 20 años, tomando en cuenta la vida útil de las tuberías tanto de la línea de conducción como red de distribución.

IV.2 Proyección de Población

La fuente de información para proyectar la población futura será la obtenida por la Alcaldía de San José de Bocay y la información del último censo nacional.

El método a utilizar en la determinación de la población de diseño, será el método geométrico planteado en la siguiente ecuación:

$$P_n = P_o (1+r)^n, \text{ Donde:}$$

P_n = Población en el año "n"

P_o = Población del último censo

1 = Constante

r = Tasa de crecimiento (2.5% - 4%)

n = Tiempo entre la fecha deseada y la del último censo

La proyección de población geométrica se efectuará en función de la población y tasa de crecimiento actual obtenida del Censo y encuestas realizadas por la Alcaldía.

IV.3 Dotación

Para determinar la demanda de agua potable que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras del casco urbano de San José de Bocay y comunidades La Pista La Pimienta, se asumirá una dotación de 95 litros por persona por día (lppd), equivalente a 25 galones por persona por día (gppd), considerando el rango de población y la capacidad de la fuente de abastecimiento.

IV.4 Demanda de Agua para Consumo

La demanda de agua potable se refiere a la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de consumo de la población.

IV.5 Consumo Domestico

La determinación del consumo doméstico actual y futuro se hará en función de la población actual y la dotación per capita asumida de acuerdo al rango de población, para el caso específica se asumirá una dotación de 95l/hab/día, correspondiente a un rango de población entre 5000 y 10000 habitantes, según tabla 2.2 de Normas Técnicas y Potabilización del Agua (NTON 09003- 99)

IV.6 Consumo Público, Comercial e Industrial

Para el cálculo del consumo público y comercial, se asumirá el 7% del consumo doméstico para ambos casos, según lo indicado en la tabla 2.4 de las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003- 99) En el caso de San José de Bocay no se contempló el cálculo de consumo industrial dado a que no se justifica.

IV.7 Pérdidas

Se asume el 20% en concepto de pérdidas técnicas en el sistema, según el establecido en el inciso 2.6 de las normas técnicas del INAA.

IV.8 Consumo Promedio Diario

El consumo promedio diario se determinará en función de la población de diseño, dotación per cápita, consumos público, comercial, industrial y porcentaje de pérdidas en el sistema, según lo establecido en las Normas Técnicas para Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003 -99) del INAA.

IV.9 Factores de Máximas Demandas

Las variaciones del consumo se expresarán en porcentajes de la demanda promedio diario de la manera siguiente:

IV.9.1 Demanda del Máximo Día

Se asume el 150% de la demanda promedio diaria.

IV.9.2 Demanda de la Hora Máxima

Se asume el 250% de la demanda promedio diaria.

IV.10 Población Servida

Se considera que el 100 % de la población se abastecerá mediante conexión domiciliar.

IV.11 Fuente de Abastecimiento

El caudal de la fuente de abastecimiento en período de estiaje deberá ser mayor a la demanda de máximo día al final del periodo de diseño.

IV.12 Línea de Conducción

La línea de Conducción deberá de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día al final del período de diseño.

La línea de conducción se analizará mediante el uso del programa EPANET 2.0, versión en español, para la condición de consumo de máximo día al final del período de diseño, es decir $DMD = 1.5DPDT$.

IV.13 Cobertura sobre Tuberías

A lo largo de la Línea de Conducción se mantendrá una cobertura mínima de 1.20m, sobre la corona de la tubería, salvo en los casos donde las condiciones del terreno no lo permitan y en tramos donde no existe circulación vehicular la cobertura mínima será de 0.70m

IV.14 Red de Distribución

La red de distribución se diseñará para la condición más desfavorable, es decir, para la condición de consumo máxima hora al final del período de diseño, en régimen permanente y régimen extendido y para la condición de consumo cero.

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizará mediante el uso del programa EPANET2.0, versión en español.

IV.15 Coeficiente de Fricción

El coeficiente de fricción (C), a utilizar para la capacidad hidráulica de las tuberías de la fórmula de Hazen- Williams será de 150 para las tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC).

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad
Tubo de Hierro Galvanizado (H° G°)	100
Tubo de Concreto	130
Tubo de Asbesto Cemento	140
Tubo de Hierro Fundido (H° F°)	130
Tubo Plástico (PVC)	150

Tabla No.1 Coeficiente de Rugosidad,
NORMAS TECNICAS DE INAA.

IV.16 Velocidades Permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

IV.17 Presiones Mínimas y Máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 m; la carga estática máxima será de 50.00 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

IV.18 Diámetro Mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

IV.19 Resistencia de la Tubería y su Material

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de JOUKOWSKI, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes.

SDR	Presión de Trabajo		
	(kg/cm ²)	(psi)	(m.c.a.)
11	28	400	280
13.5	22.4	320	224
17	17.5	250	175
26	11.2	160	112
32.5	8.8	125	88
41	7	100	70
50	5.6	80	56

Tabla No.2 Clase de Tubería y Presiones de Trabajo para Tubería de PVC, NORMAS TECNICAS DE INAA

IV.20 Escenarios de Análisis de Red de Distribución

Las condiciones de análisis hidráulico para el diseño de la Red de Distribución, se hará para la condición de Demanda de Máxima Hora (DMH), para analizar la presión residual máxima y mínima en cada nodo, así como también se efectuará para la condición de consumo cero en la red, para analizar la presión máxima.

Condición de Demanda Máxima Hora para el año último año del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso:

1. El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.
2. El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.

Condición demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

IV.21 Conexiones Domiciliares

El diámetro mínimo de cada conexión será de $\frac{1}{2}$ (12.5 mm) pulgada.

Cada conexión domiciliar contará con su medidor y caja protectora.

V. DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio del sistema de abastecimiento de agua potable se desarrolló a través del desempeño de las siguientes actividades descritas de forma secuencial.

V.1 Fase Exploratoria

Se realizaron visitas de campo al lugar para una debida inspección y localización.

V.2 Recopilación de Datos

Para la recopilación de datos se visitó la Alcaldía Municipal de San José de Bocay, para contar con la información necesaria sobre el sitio, documentación de la caracterización de la zona.

V.3 Visita al Sitio

En esta etapa se hizo una inspección física a la zona de estudio, para poder señalar las variaciones topográficas, además se hizo un recorrido en algunos puntos que se consideraron críticos para el sistema. También se realizaron bocetos a mano alzada de la comunidad para marcar el recorrido y el orden del levantado de las encuestas al igual que las posibles rutas para el trazar la red de distribución.

V.4 Evaluación Socio Económica

Se realizó la evaluación socio económica de la comunidad para identificar las condiciones de vida actuales, los niveles de pobreza, el grado de educación y el acceso a ella, conocer sobre los problemas de salud vinculado con el consumo de agua.

Este estudio se hizo para adoptar las técnicas y tecnologías constructivas más adecuadas en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano.

La evaluación socioeconómica del casco urbano fue el resultado de procesamiento de datos de 763 encuestas levantadas para tal objetivo, se utilizó el software de computación Excel para digitar los datos recopilados y hacer una mejor evaluación con gráficos computacionales cuidadosamente elaborados como herramienta de análisis versátil y que puede ser aplicable a este tipo de análisis.

V.5 Análisis de la Fuente de Abastecimiento

Esta actividad consiste en realizar aforos de caudal para ver si podrá suplir la demanda diario de los consumidores de no ser así se evaluara otra posible fuente.

En el mes de febrero de 2014 se tomó una muestra de agua para realizarse el análisis bacteriológico el cual determino que el agua de esta fuente es de buena calidad, por lo que el proceso de tratamiento consiste en una desinfección con cloro.

V.6 Levantamiento topográfico

V.6.1 Consideraciones Generales.

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de estudiar la naturaleza y las condiciones del terreno en donde se ubica el proyecto; dicho levantamiento suministro la información necesaria para seleccionar el método de cálculo más convenientes y adecuar el diseño de la red y línea de conducción a las restricciones propias del lugar y evitar el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado.

V.6.2 Método Utilizado

Se utilizó el método de radiación por medio de estación total para asignar coordenadas a cada punto.

V.6.3 Fuente de Abastecimiento y Tanque de Almacenamiento.

En el área adyacente a la fuente de abastecimiento se levantó una poligonal de 866.36m² aproximadamente con el objetivo de diseñar curvas de nivel para la selección del sistema de captación adecuado, de igual manera se levantó una poligonal en el área donde se construirá el tanque, con puntos equidistantes para revisar las diferencias de altura y diseñar curvas de nivel.

V.6.4 Cálculos

Para calcular coordenadas horizontales y verticales se utilizó el programa CIVIL CAD 3D, de igual manera se ubicaron los estacionamientos y se diseñaron los perfiles.

V.7 Análisis y Cálculo Hidráulico del Sistema

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico y de la demanda diaria y horaria de la comunidad. El cálculo hidráulico se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por ENACAL para el sector rural.

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

V.7.1 Dimensionamiento del Depósito de Captación

El dimensionamiento de la captación se realizó con base en la topografía del punto y de la clase de la Quebrada; buscando no alterar la calidad de agua, ni modificar la corriente y el caudal natural, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias.

V.7.2 Localización y Ubicación de Línea de Conducción

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se tomó como referencia principal la topografía fuente – tanque. Se trabajó en base a cada punto o PI

topográfico y la línea de conducción tiene una longitud de 3,260 ml y un total de 166 PI topográficos

V.7.3 Pila Rompe Presión

Se construirán Pilas Rompe Presión para regular que las presiones máximas no sean mayores al valor máximo permisible por las normas técnicas. Se trabajó con un solo diámetro de 6 plg es más práctico y tenemos valores aceptables.

V.7.4 Diámetro

Se instalara una línea de conducción de 6" de diámetro, PVC, SDR-26, con 3,260ml de longitud, la cual se divide en dos (2) tramos, el primero comprendido entre la obra de captación y la Planta Tratamiento con longitud de 2,660ml y el segundo tramo comprendido entre la Planta de Tratamiento y el Tanque de almacenamiento existente de 240m³ de capacidad con una longitud de 600ml.

V.7.5 Pérdidas

Para el análisis hidráulico se utilizó la ecuación de Hazen Williams, para el cálculo de las pérdidas a lo largo de todo el sistema. Utilizando un coeficiente de Hazen Williams de 10 para ductos de PVC.

$$h_{pf} = \frac{10.67 * Q^{1.852} * L}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

V.7.6 Velocidad

El caudal de diseño es de 295.56 gpm o 0.0186 m³/ seg al final del periodo de diseño, el diámetro seleccionado es de 6 plg tiene una área de 0.152 m², por lo cual resulta una velocidad que oscilan entre 0.45 m/s y 1.02 m/s.

V.7.7 Gradiente Hidráulico

Esta expresada en metro/metro, es la pendiente de la obra de captación hacia el tanque de almacenamiento en este caso se toma el punto inicial de donde se construirá el sistema de captación hasta el punto final donde se realizara la obra del tanque, esta diferencia de altura dará una pendiente con la cual se trazara la línea de gradiente Hidráulico.

V.7.8 Presión residual

Es uno de los aspectos de mayor importancia en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, en nuestro país las normas nacionales limitan las presiones residuales entre 5 a 70 m.c.a en la conducción.

La presión de cada nodo se calculó tomando el gradiente hidráulico correspondiente menos su cota de elevación.

V.7.9 Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento

Los criterios de dimensionamiento que se utilizaron son los que se señalan las normas nacionales el cual el depósito debe tener un volumen compensador del 40% del CPDT (consumo promedio diario total), considerando el volumen para compensar las fluctuaciones horarias de consumo y volumen de reserva para atender cualquier eventualidad y/o emergencia, distribuido de la siguiente manera:

- a. Para cubrir fluctuaciones horarias se asumirá el 25% del consumo promedio diario.
- b. Para atender cualquier eventualidad o emergencia se asumirá el 15% del consumo diario total.

Se propone la construcción de tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo y concreto reforzado, con sección cuadrada y una cota de fondo de 489 msnm. Además se propone otro tanque este elevado de sección circular sobre una estructura metálica de 6 m, con una elevación de 495 msnm. Se propone la rehabilitación de un tanque existente de 240 m³ de capacidad.

V.7.10 Diseño de la Red de Distribución.

El diseño hidráulico de la red se realizó con el software de análisis y modelación hidráulica EPANET.

V.7.11 Tipo de Red.

Debido al grado de dispersión que presentan las viviendas de la comunidad en estudio se optó por asignar una red cerrada y abierta o ramificada en algunos casos.

Se trabajó con un total de 168 tramos y 169 nodos distribuido a lo largo y ancho de la comunidad, con el objetivo de abastecer el 100% de las viviendas.

V.7.12 Demandas Nodales.

Las demandas nodales se calcularon en dependencia de la cantidad de viviendas que va a abastecer dicho tramo, en el cual se consideraron datos como el hacinamiento actual de personas en cada casa, la dotación per cápita, la tasa de crecimiento adoptada y el factor de consumo humano; el caudal debe ser igual al consumo promedio diario calculado.

V.7.13 Introducción y Procesamiento de Datos

Los datos que se introdujeron a para efectuar el análisis son:

En los nodos: cota de elevación y la demanda nodal.

En los tramos: diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad.

También es necesario introducir accesorios tales como válvulas de limpieza y de control de flujo para el funcionamiento del sistema.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se puede proponer otros diámetros y así sucesivamente hasta obtener resultados aceptables. En este caso específico la red de distribución presenta velocidades muy bajas en algunos tramos de aun con diámetros bien pequeños, por lo que se propone colocar válvulas de limpieza para garantizar el funcionamiento de todo el sistema.

V.7.14 Estimación del Costo o Presupuesto de la Obra.

A partir del presupuesto se dedujeron conclusiones acerca de rentabilidad posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Se hizo un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamiento topográficos, tratando de no omitir ni el más mínimo detalle. Se calculó el costo respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, cubicación, precio unitario y total.

VI. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

VI.1 Conceptualización del Proyecto

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua potable en la comunidad de San José de Bocay se propone un sistema tipo fuente-tanque-red.

VI.1.1 Obras Propuestas

VI.1.2 Fuente de Abastecimiento

La fuente únicamente constituida por el afloramiento superficial ubicado en la comunidad Los Ángeles

La productividad estimada de esta fuente es de 395.94 gpm; lo que indica excelentes condiciones para el aprovechamiento de sus aguas para abastecer a la comunidad.

VI.1.3 Obra de Captación

Se debe procurar dar protección física a la fuente de abastecimiento contra posibles causas de contaminación del agua.

Se construirá un sistema de captación cerrada, para proteger la fuente de la contaminación por agentes externos. El sitio de captación estará protegido con un cerco de alambre de púas, se construirá de concreto ciclópeo.

VI.1.4 Desarenador

Para la retención de partículas en suspensión con tamaño $\geq 0.1\text{mm}$ de diámetro, se prevé la construcción de un desarenador de mampostería reforzada, ubicado inmediatamente después de la obra de captación, interconectado a la Caja Colectora de caudal a través de tubería de 6" de diámetro HG, con una pendiente del 2%.

El Desarenador propuesto tendrá las siguientes dimensiones:

Largo: 5.38m

Ancho: 0.97m

Alto: 1.99m

VI.1.5 Caja Colectora de Caudal

Inmediatamente después de la estructura de desarenado se construirá una caja colectora de caudal o acopio de mampostería reforzada con dimensiones de 1.90 m x 1.90m x 1.80m, con capacidad de 5.40m³, equivalente a un tiempo de retención de 5 minutos del caudal de diseño, dotada con tubería de entrada y salida, tabique divisorio, tubería limpieza y rebose y boca de visita para las actividades de mantenimiento.

VI.1.6 Línea de Conducción

La línea de conducción tiene una longitud de 3,260 ml. La tubería propuesta es de PVC con cedula SDR – 26 con un diámetro de 6'' que conducirá un caudal de 212.79 gpm en los primeros 10 años y 294.55 gpm correspondiente al segundo periodo de diseño (a los 20 años).

VI.1.7 Almacenamiento

Para compensar las fluctuaciones horarias de consumo y cubrir cualquier eventualidad y/o emergencia en la red de distribución, se propone la construcción de dos (2) tanques de almacenamiento con capacidad de 230 m³ y 10 m³ respectivamente y un tanque existente el cual será rehabilitado únicamente para el proyecto con una capacidad de 240 m³. El requerimiento total de almacenamiento para cubrir la demanda del casco urbano en el año meta del proyecto es de 428 m³.

El tanque de 230 m³ estará dotado de estructuras de entrada y salidas con su válvulas y cajas protectoras, boca de visita para actividades de inspección y mantenimiento, tubería de rebose de 6" H.G, escalera de acceso de peldaños de varilla de hierro corrugado de ¾", respiradero de tubería de 4" H.G con malla protectora, andén y canal perimetral de concreto para el drenaje de aguas pluviales, losa de techo de concreto reforzado para evitar el acceso al interior del tanque y losa de fondo de concreto reforzado y posee las siguientes características:

Tipo de sección: Cuadrada.

Dimensiones internas: 10.87 mx10.87 mx1.95m

Tipo de material: Concreto Ciclópeo y Concreto reforzado

Volumen: 230m³

El tanque de almacenamiento de 10 m³, se construirá sobre una estructura metálica con torre de 6m de altura, en la elevación 495 msnm, con las siguientes características:

Tipo de sección: Circular.

Dimensiones internas

Diámetro: 2.32m

Altura: 2.36m

Tipo de material: Plástico

No	Año	Consumo Promedio Diario (m3)	Variaciones Horarias de Consumo (25%) m3	Reserva para eventualidades y/o emergencia (15%) m3	Volumen Total de Almacenamiento (40%)
0	2014	593	148	89	237
1	2015	610	153	92	244
2	2016	629	157	94	251
3	2017	648	162	97	259
4	2018	666	167	100	266
5	2019	687	172	103	275
6	2020	707	177	106	283
7	2021	728	182	109	291
8	2022	750	188	113	300
9	2023	773	193	116	309
10	2024	796	199	119	318
11	2025	820	205	123	328
12	2026	844	211	127	338
13	2027	870	218	131	348
14	2028	896	224	134	358
15	2029	923	231	138	369
16	2030	950	238	143	380
17	2031	979	245	147	392
18	2032	1,008	252	151	403
19	2033	1,039	260	156	416
20	2034	1,070	268	161	428

Tabla No.3 Volumen de almacenamiento, FUENTE PROPIA

VI.1.8 Red de distribución

La red de distribución del sistema propuesto está conformada por 13,809 ml de tubería PVC, SDR – 26, SDR -17 y SDR – 13.5, distribuidos de la siguiente manera:

Diámetro de la Tubería	Longitud (ml)	Cedula
6"	478	PVC. SDR - 26
4"	710	PVC. SDR - 26
4"	705	PVC. SDR - 17
3"	2,595	PVC. SDR - 26
3"	887	PVC. SDR - 17
2"	4,945	PVC. SDR - 26
2"	1,058	PVC. SDR - 17
1. 1/2"	1,665	PVC. SRD - 26
1. 1/2"	766	PVC. SDR - 17

Tabla No.4 Diámetro y Longitud de Tubería, FUENTE PROPIA

La red de distribución estará provista de válvulas de sectorización para facilitar las labores de mantenimiento, en total se instarán 15 válvulas de compuerta del tipo Push On de 2", 3" y 4" de diámetro con su caja protectora de H.F.

En las partes altas de la red de distribución, se instalarán 16 válvulas de aire y vacío de 3/4" de diámetro con su caja protectora para la eliminación de aire en las tuberías, así mismo en las partes bajas se instalarán 14 válvulas de limpieza con diámetro de 1.1/2" y 2" con su caja protectora para la purga o limpieza de sedimentos.

VI.1.9 Tratamiento

Para el tratamiento de agua se aplicará Hipoclorito de Sodio (lejía) por medio del equipo de cloración a instalar, es un inyector hidráulico conectado en la línea de entrada al tanque de almacenamiento.

VI.1.10 Conexiones Domiciliarias

Se prevé la instalación de 763 conexiones domiciliarias con su medidor y caja protectora, esto con el objetivo de garantizar el uso racional del agua y asegurar que el volumen facturado corresponda al consumo real de cada usuario.

VI.2 Estimado de Costo del Proyecto

La propuesta del proyecto de agua potable para la comunidad de San José de Bocay, Jinotega requiere un monto de C\$ 17, 261,346.11 córdobas, para abastecer de agua potable en cantidad y calidad a la comunidad durante un periodo de 20 años.

VI.3 Memoria técnica

VI.3.1 Resumen Socioeconómico de la Comunidad

San Jose de Bocay, por su posición geográfica cobra importancia a nivel nacional por estar articulado al eje del desarrollo eco turístico de cara a la Reserva Nacional de Recursos Naturales BOSAWAS.

La actividad económica más importante del municipio, es la agricultura, esta ocupa el primer lugar como actividad productiva, existen varios propietarios de tierra de los cuales unos 350 sobrepasan las 100 Mzs; la mayoría son productores con fincas de menos de 50 Mzs.

La base de la economía de la población en San José de Bocay, está basada en la agricultura, la mayoría de las familias campesinas se dedican a la producción de granos básicos como: Maíz, frijoles y arroz para el autoconsumo y para comercializar el excedente; la técnica utilizada para la agricultura de estos rubros es tradicional en los ciclos de primera, postrera y apante, las utilidades producto de las cosechas de los diferentes ciclos agrícolas no son representativas para que una familia en San José de Bocay pueda subsistir, la falta de financiamiento y legalidad de las parcelas hacen que los pequeños productores no tengan acceso a créditos y buscar otras alternativas de cultivo como Cacao, café, musáceas etc, una familia campesina subsiste mensualmente con 500 a 800 córdobas mensual, presentando grandes déficit en el cumplimiento de la dieta alimenticia normal, por tal razón existe bastante desnutrición en los niños.

La infraestructura productiva en nuestro municipio es casi nula, no se emplean equipos mecanizados, la tracción animal en baja y sobre sale la siembra tradicional al espeque y en lo pecuario la infraestructura es muy baja en cuanto a condiciones en el cuidado, manejo y alimentación del ganado. Consecuentemente al agricultor, campesino, productor no se le otorga el mérito que tienen como profesional empírico.

Finalmente, el consumidor no premia la producción sostenible, puesto que desconoce el origen de los productos y servicios del municipio, lo que significa desarrollar actividades de producción orientadas a la sostenibilidad. No confía en los sistemas de garantías de calidad de la producción y no conoce entes confiables que puedan realizar la supervisión de la cadena de custodia de la producción, asegurando los mecanismos de certificación requeridos para tal efecto.

En San José de Bocay no existen fuentes de empleos permanentes lo que lo hace vulnerable a que la mayor parte del año las personas vivan desempleados, solo encuentran trabajo en la época de siembra de granos básicos y en la corta de café fuera del municipio, según datos estadísticos el 67 % de la población activa para trabajar se encuentra desempleada.

VI.3.2 Resultados del Diseño de Agua Potable

VI.3.3 Seleccionar la Dotación de Agua

El nivel de servicio a instalar en la comunidad son tomas domiciliarias al cual se le asignó una dotación per cápita de 95 lppd o 25 gppd.

VI.3.4 Demanda Actual y Futura del Sistema

La comunidad de San José de Bocay tiene una población actual de 4,578 personas, aplicando una dotación de 25 gppd por cada habitante nos da una demanda actual de 114,450.00 gpd. Para la demanda futura se utilizó el método geométrico para proyectar el consumo actual a 20 años del periodo de diseño del sistema, se utilizó una tasa de crecimiento constante de 2.5 % el cual resulta un consumo de 424,148.40 al final del periodo de diseño

VI.3.5 Calculo de la Tasa de Crecimiento

De acuerdo con los datos de población y proyección de San José de Bocay publicados por el INIDE para el período (2005 – 2020), y datos recabados directamente por la Alcaldía se asume una tasa de crecimiento del 3%.

En el cuadro siguiente se resumen los datos de crecimiento poblacional de San José de Bocay utilizados para el cálculo de la tasa de crecimiento de los sectores beneficiados por el proyecto.

Tasa de crecimiento (%)			
Periodo	Ambos	Hombres	Mujeres
2005 – 2010	3.0	2.8	3.1
2010 – 2015	2.3	2.2	2.4
2015 – 2020	2,8	2,8	2,8

Tabla No.5 Datos de estimación de la tasa de crecimiento de población, INIDE

Como podrá observarse, el valor del 3% adoptado resulta ligeramente conservador en comparación con la media de las tasas de crecimiento proyectadas por el INIDE (2,7%) lo que significa un mayor factor de seguridad.

Según las normas técnicas del INAA, la tasa de crecimiento debe estar comprendida entre 2.5% y 4%, por lo que el valor asumido se encuentra dentro del rango recomendado.

VI.4 Calculo de la Población

VI.4.1 Resumen de Censo Poblacional

Se realizó un censo poblacional en la comunidad de San José de Bocay con el objetivo de valorar y conocer la situación que enfrentan estos pobladores, en temáticas específicas relacionadas a: salud, género, degradación ambiental, economía, entre otras.

Comunidad	Cantidad de viviendas		No de habitantes	Hab/ viv.		Población total estimada
	Censadas	total		viviendas	Ha/vi.	
San José de Bocay	763	763	4,578	763	6	4,578

Tabla No.6 Resultado del censo poblacional, FUENTE PROPIA.

Para obtener la población de diseño de la comunidad de San José de Bocay se utilizó el método de proyección geométrico. Se aplicó una tasa de crecimiento del 3 %, la proyección se comenzara aplicar en el año 2014.

Año	Proyección Actual	Tasa de Crecimiento (r)	$(1 + r)^n$	Población futura
2014	4,578	0.03	1.00	4,578
2015	4,578	0.03	1.03	4,715
2016	4,578	0.03	1.06	4,587
2017	4,578	0.03	1.09	5,003
2018	4,578	0.03	1.13	5,153
2019	4,578	0.03	1.16	5,307
2020	4,578	0.03	1.19	5,466
2021	4,578	0.03	1.23	5,630
2022	4,578	0.03	1.27	5,799
2023	4,578	0.03	1.30	5,973
2024	4,578	0.03	1.34	6,152
2025	4,578	0.03	1.38	6,337
2026	4,578	0.03	1.43	6,527
2027	4,578	0.03	1.47	6,723
2028	4,578	0.03	1.51	6,925
2029	4,578	0.03	1.56	7,132
2030	4,578	0.03	1.60	7,346
2031	4,578	0.03	1.65	7,567
2032	4,578	0.03	1.70	7,794
2033	4,578	0.03	1.75	8,028
2034	4,578	0.03	1.81	8,268

Tabla No.7 Proyección de la población, FUENTE PROPIA

VI.5 Proyección de Consumo

Para determinar los volúmenes de aguas necesarias para el abastecimiento de agua potable de los próximos 20 años en la comunidad de San José de Bocay y poder conocer las capacidades que tendrán las diferentes obras del sistema (obra de captación, línea de conducción, red de distribución, volumen del tanque de almacenamiento) se hace necesario conocer primero la población actual y en base a esta, determinar la población futura durante todo el periodo de diseño. Para la

proyección de población de esta localidad se aplicó el método geométrico partiendo de los datos suministrado por INIDE.

VI.5.1 Consumo Domestico

El establecimiento de la dotación de consumo de la población se basó primordialmente de la característica particular de la localidad, tomando en consideración lo siguiente:

- ✓ Los pobladores no han gozado de un abastecimiento de agua seguro y continuo.
- ✓ Se propone establecer una dotación percapita mínima para el consumo de agua domestico de 25.0 gpp, para la población que será abastecida de agua potable.

VI.5.2 Perdida en el Sistema

Se propone utilizar un factor de perdida de agua (por fugas de tuberías rotas, malas conexiones, mantenimiento en la red de distribución, limpieza de tanque de almacenamiento y otras actividades) en el sistema del 20 % del consumo promedio diario, debido que este sistema será completamente nuevo y se construirá con tubería PVC.

VI.5.3 Consumo Promedio Diario

El consumo promedio diario es la contribución de los consumos domésticos más las pérdidas de agua en el sistema.

VI.5.4 Variación de Consumo

Variaciones diarias: el consumo máximo día se ha establecido como 1.5 veces del consumo promedio diario.

Variación horaria: el consumo máximo horario se ha establecido como 2.5 veces el consumo promedio diario.

VI.5.5 Población Servida

Se considera que el 100 % de la población se abastecerá por medio de conexión domiciliar. En la tabla No. Se presenta la proyección de consumo de agua que demandara la localidad.

No	Año	Proyeccion de la Poblacion	DOTACION	CPD (GLN) (P.P.*DOT)	CPD + PER (GLN)	CONSUMO COMERCIAL E INSTITUCIONAL (14%)	LPS	Consumo Maximo Dia (CPD*1.5)				Consumo Maximo Hora (CMH*2.5)	
								GPD	GPM	M³/ dia	lps	lps	gpm
0	2014	4,578	25	114,450	137,340	19,227.60	6.85	234,851.40	163.09	889.59	10.27	17.12	271.46
1	2015	4,715	25	117,875	141,450	19,803	7.05	241,879.50	167.97	916.21	10.58	17.64	279.58
2	2016	4,857	25	121,425	145,710	20,399.40	7.27	249,164.10	173.03	943.80	10.90	18.17	288.00
3	2017	5,003	25	125,075	150,090	21,012.60	7.49	256,653.90	178.23	972.17	11.23	18.71	296.66
4	2018	5,153	25	128,825	154,590	21,642.60	7.71	264,348.90	183.58	1,001.32	11.57	19.28	305.56
5	2019	5,307	25	132,675	159,210	22,289.40	7.94	272,249.10	189.06	1,031.25	11.91	19.85	314.69
6	2020	5,466	25	136,650	163,980	22,957.20	8.18	280,405.80	194.73	1,062.14	12.27	20.45	324.12
7	2021	5,630	25	140,750	168,900	23,646	8.42	288,819	200.57	1,094.01	12.64	21.06	333.84
8	2022	5,799	25	144,975	173,970	24,355.80	8.68	297,488.70	206.59	1,126.85	13.02	21.69	343.86
9	2023	5,973	25	149,325	179,190	25,086.60	8.94	306,414.90	212.79	1,160.66	13.41	22.34	354.18
10	2024	6,152	25	153,800	184,560	25,838.40	9.20	315,597.60	219.17	1,195.45	13.81	23.01	364.79
11	2025	6,337	25	158,425	190,110	26,615.40	9.48	325,088.10	225.76	1,231.39	14.22	23.70	375.76
12	2026	6,527	25	163,175	195,810	27,413.40	9.77	334,835.10	232.52	1,268.31	14.65	24.42	387.03
13	2027	6,723	25	168,075	201,690	28,236.60	10.06	344,889.90	239.51	1,306.40	15.09	25.15	398.65
14	2028	6,925	25	173,125	207,750	29,085	10.36	355,252.50	246.70	1,345.65	15.54	25.90	410.63
15	2029	7,132	25	178,300	213,960	29,954.40	10.67	365,871.60	254.08	1,385.88	16.01	26.68	422.90
16	2030	7,346	25	183,650	220,380	30,853.20	10.99	376,849.80	261.70	1,427.46	16.49	27.48	435.59
17	2031	7,567	25	189,175	227,010	31,781.40	11.32	388,187.10	269.57	1,470.41	16.98	28.31	448.70
18	2032	7,794	25	194,850	233,820	32,734.80	11.66	399,832.20	277.66	1,514.52	17.49	29.15	462.16
19	2033	8,028	25	200,700	240,840	33,717.60	12.01	411,836.40	286	1,559.99	18.02	30.03	476.03
20	2034	8,268	25	206,700	248,040	34,725.60	12.37	424,148.40	294.55	1,606.62	18.56	30.93	490.26

Tabla No.8 Proyección de consumo, FUENTE PROPIA.

VI.6 Fuente de Abastecimiento y Captación

VI.6.1 Características de la Fuente

La fuente de abastecimiento para este proyecto es una quebrada superficial ubicada en la comunidad Los Ángeles. El caudal mínimo de la quebrada en temporada seca es de 11.83 litros por segundo y en temporada de invierno es de 30 litros por segundo, la demanda máxima diaria proyecta para 20 años de la comunidad incluyendo las pérdidas y la variación de consumo equivale a

VI.6.2 Tipo de Captación

El dimensionamiento de la captación se realizó con base en la topografía del punto y de la clase de quebrada; buscando no alterar la calidad del agua, ni modificar la corriente y el caudal natural, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales.

VI.7 Línea de Conducción

VI.7.1 Presiones Máximas y Mínimas

Según las normas, la línea de conducción debe analizarse para la demanda máxima diario CMD, al final de su periodo de diseño, la línea se analizó para un caudal de 294.55 gpm según la tabla No 8. La topografía de la zona por donde se trazara la conducción es suave con pendientes moderadas, el análisis hidráulico refleja que algunos tramos presentan presiones elevadas tal como se describe a continuación: Presión mínima en la línea: 1.31 m.

VI.7.2 Presiones Máximas en la Línea de Conducción

La presión máxima en la línea de conducción es de 65.84 m y se encuentra en el punto 151.

El resto de los puntos se encuentra dentro del rango de presión, menores de 70 m como lo establecen las normas de INAA.

VI.7.3 Velocidad

La velocidad se encuentra dentro del rango establecido con 1.02 m/s según el diámetro y el caudal circulante; el mínimo permitido por las normas es de 0.40 m/s

VI.7.4 Accesorios en la Línea de Conducción

Se colocaron accesorios como codos de 90° y codos de 45° en los cambios bruscos de dirección, caja rompe presión, válvulas de limpieza de sedimentos para garantizar el buen funcionamiento del sistema de conducción.

VI.8 Tanque de Almacenamiento

VI.8.1 Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento equivale al 40 % de CMH, según las normas, por lo que el tanque que se construirá para abastecer a la comunidad tendrá una capacidad de 230 m³.

Por ser un tanque elevado sobre una torre se propone una geometría cilíndrica, con una altura de 2.36 m y un diámetro 2.32 m.

VI.9 Red de Distribución

VI.9.1 Presiones Máximas y Mínimas

Las presiones máximas y mínimas en la red de distribución deben estar entre los rangos de 5 m.c.a y 50 m.c.a.

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de cero consumo en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario, obteniendo los siguiente resultados:

VI.9.2 Cero Consumo en la Red

El nodo con la menor presión calculada en la red es el nodo 23, el cual tiene una presión de 3.77 según el análisis realizado.

El nodo con la mayor presión calculada en la red es el nodo 43, el cual tiene una presión de 88.81 según el análisis realizado.

VI.9.3 Análisis con Consumo Máximo Hora en la Red

El nodo con la menor presión calculada en la red es el nodo 66, el cual tiene una presión de 3.88.

El nodo con la mayor presión calculada en la red es el nodo 42, el cual tiene una presión de 82.29.

VI.10 Conexiones Domiciliares

Se propone la instalación de 763 conexiones domiciliars con medidores y caja protectora que abastecerán de agua potable a un total de 4,578 habitantes.

VI.11 Cloración

La tabla No. 9 muestra el cálculo de la cantidad de cloro para desinfección mediante la aplicación de Hipoclorito de Calcio.

Dosis Promedio (d):	4	mg/lit
Concentración Comercial Conc. Cloro	70%	

No	AÑO	I	II	III	IV	V	VI
		CMD	VOL.CLORO	VOL. HIPOCLORITO DE CALCIO	VOL.SOLUCION	DOSIFICACION	
		gpm	lb/dia 0.012xIxd	lb/dia II / Conc.	gr/dia III x 1,000 / 2.2	lt/dia IV/1,000x100/1.54	gotas/min Vx1,000 x 13/24/60
0	2014	163.09	7.83	11.18	5,083.32	330.09	2,979.94
1	2015	167.97	8.06	11.52	5,235.43	339.96	3,069.11
2	2016	173.03	8.31	11.86	5,393.14	350.20	3,161.56
3	2017	178.23	8.56	12.22	5,555.22	360.73	3,256.58
4	2018	183.58	8.81	12.59	5,721.97	371.56	3,354.33
5	2019	189.06	9.07	12.96	5,892.78	382.65	3,454.46
6	2020	194.73	9.35	13.35	6,069.51	394.12	3,558.06
7	2021	200.57	9.63	13.75	6,251.53	405.94	3,664.77
8	2022	206.59	9.92	14.17	6,439.17	418.13	3,774.77
9	2023	212.79	10.21	14.59	6,632.42	430.68	3,888.05
10	2024	219.17	10.52	15.03	6,831.27	443.59	4,004.62
11	2025	225.76	10.84	15.48	7,036.68	456.93	4,125.04
12	2026	232.52	11.16	15.94	7,247.38	470.61	4,248.55
13	2027	239.51	11.50	16.42	7,465.25	484.76	4,376.27
14	2028	246.70	11.84	16.92	7,689.35	499.31	4,507.65
15	2029	254.08	12.20	17.42	7,919.38	514.25	4,642.49
16	2030	261.70	12.56	17.95	8,156.88	529.67	4,781.72
17	2031	269.57	12.94	18.48	8,402.18	545.60	4,925.52
18	2032	277.66	13.33	19.04	8,654.34	561.97	5,073.34
19	2033	286.00	13.73	19.61	8,914.29	578.85	5,225.73
20	2034	294.55	14.14	20.20	9,180.78	596.15	5,381.95

Tabla No.9 Aplicación de Hipoclorito de Calcio, FUENTE PROPIA.

VII. Costo del Proyecto

El costo del proyecto de inversión para la ejecución del proyecto de agua potable para el casco urbano del municipio de San José de Bocay, Departamento de Jinotega es de C\$ 17,261,346.11 el cual se detalla en la siguiente tabla:

No	Descripcion de la etapa	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	PRELIMINARES	Global	1	276,888.15	276,888.15
2	CAPTACION	C/U	1	133,654.26	133,654.26
3	LINEA DE CONDUCCION	Global	1	1594,174.66	1594,174.66
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Global	3	834,271.55	2502,814.65
5	DESINFECCION DEL AGUA	C/U	2	28,912.54	57,825.08
6	RED DE DISTRIBUCION	Global	1	5199,171.46	5199,171.46
7	CONEXIONES DOMICLIARES	Global	1	2194,359.17	2194,359.17
8	LIMPIEZA FINAL	Global	1	845,517.67	845,517.67

COSTO TOTAL DIRECTO		12804,405.10
COSTO TOTAL INDIRECTO	4.30%	550,589.42
ADMINISTRACION	5.00%	667,749.73
UTILIDADES	6.90%	967,569.35
SUB-TOTAL		C\$ 14990,313.60
IVA	15%	2248,547.04
IMI	1%	C\$ 22,485.47
GRAN TOTAL		C\$ 17261,346.11

Tabla No.10 Presupuesto del Proyecto, FUENTE PROPIA.

VIII. Conclusiones Y Recomendaciones

Conclusiones

1. El análisis bacteriológico y químico que se realizaron en la fuente nos arrojan resultados positivos dado que estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por las normas técnicas de INAA siendo este de la calidad necesaria para el consumo de la población. Además el potencial hídrico de la fuente seleccionada proporciona las cantidades de agua necesarias para ser aprovechadas para implementar el sistema de abastecimiento de agua propuesto al final del periodo.
2. Según los resultados del levantamiento topográfico y los análisis realizados no hay inconveniente en implementar el sistema de abastecimiento de agua potable propuesta para la comunidad.
3. El análisis hidráulico realizado con apoyo del software EPANET 2.0 nos da como resultado una simulación exitosa tanto en la línea de conducción como para la red de distribución.
4. Con el presupuesto detallado se obtuvo un precio base total para el desarrollo de la obra del sistema propuesto.
5. Las especificaciones se realizaron con base a las especificaciones técnicas de los elementos a construirse o utilizarse.
6. Los análisis de dimensionamiento de los elementos no cumplen satisfactoriamente con los criterios de cálculo y con lo establecido en las normas técnicas de INAA.

Recomendaciones

- a) Realizar obras de mantenimiento como limpieza y pintura para garantizar la vida útil y capacidad operativa de la infraestructura física del tanque de almacenamiento.
- b) Promover la reforestación alrededor de la fuente para preservar el agua del sistema.
- c) Se recomienda la conformación y fortalecimiento de la empresa de agua y saneamiento municipal para el seguimiento y supervisión por parte de las y los beneficiarios.
- d) Capacitar al personal para la correcta gestión administrativa de la empresa municipal de agua potable.
- e) Definir los procedimientos e instrumentos para la regularización de usuarios ante la empresa.

IX. Bibliografía

- I. INAA, Normas técnicas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en zonas rurales.
- II. Guía para el Diseño de Red de Distribución en Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua.
- III. Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla 2^{da} edición.
- IV. Caracterización Municipal de San José de Bocay, Departamento de Jinotega, Alcaldía Municipal San José de Bocay.

