



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Protocolo Monográfico

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) Y PLANTA DE
TRATAMIENTO PARA AGUA POTABLE (PTAP) PARA LA COMUNIDAD DE
VENECIA, MUNICIPIO DE CONDEGA**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Elkar Souvana Espinoza Ruiz.
Br. Seidy Vasleska Rugama Sequeira.
Br. Teresa de los Ángeles Moreno Zepeda.

Tutor

Ing. Eddie M. González

Managua, Agosto del 2014



ÍNDICE

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.	2
II. ANTECEDENTES.	4
III. JUSTIFICACIÓN.	6
IV. OBJETIVOS.....	7
V. MARCO TEÓRICO.	8
5.1- NORMAS JURÍDICAS Y TÉCNICAS.	8
5.2- GENERALIDADES.....	9
5.3- MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG).....	10
5.4- FUENTE DE ABASTECIMIENTO.	10
5.5- CAPTACIÓN DE MANANTIAL.....	10
5.6- LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.....	11
5.7- HIDRÁULICA DEL ACUEDUCTO.....	13
5.8- ALMACENAMIENTO.....	14
5.9 - PARÁMETROS DE DISEÑO.	15
5.10- POTABILIZACIÓN.	17
5.11- NIVEL DE SERVICIO.....	18
5.12- PREPARACIÓN DE DISEÑO (criterios y especificaciones).....	18
5.13- ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA.	21
VI- ORGANIZACIÓN METÓDICA.	22
6.1- FASE METÓDICA (INICIAL).	22
6.2-FASE METODOLÓGICA O DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE OBTENCIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS. (Instrumental).	25
6.3- FASE METÓDICA FINAL.....	30
6.4- REPORTE DE RESULTADOS.....	33
VII- BIBLIOGRAFÍA.....	37
VIII- ANEXOS.....	38



I. INTRODUCCIÓN.

Es derecho de cada nicaragüense el acceso a una dotación de agua segura según la constitución política. Debido a este derecho es que debemos implementar medidas para facilitar el abastecimiento de cada zona urbana en Nicaragua, pero también debemos lograrlo en las zonas rurales, que la población tenga servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento; lamentablemente en Nicaragua el asunto "agua" y tratamiento de aguas para su reutilización sigue siendo una gran amenaza para nuestros habitantes.

El servicio o abastecimiento de agua y saneamiento lo ofrecen la Empresa Nacional de acueductos y Alcantarillados (ENACAL) en las zonas urbanas de nuestro país y en las zonas rurales los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). Sin embargo Nicaragua es el país centroamericano con mayor déficit del servicio de agua potable, cubriendo solo el 55% de la población hasta el año 2011 y en el Municipio de Condega solo el 66% de la población en área rural cuenta con agua accesible y segura.

En Venecia, comunidad que se encuentra ubicada a 22 km Noroeste de la cabecera municipal, Condega, localizada dentro de la zona núcleo del Parque ecológico Municipal Cerro Canta Gallo, existe un pequeño MAG que toma agua subterránea desde un manantial en las laderas del Cerro Canta Gallo. Este abastece solo el 30% del agua que demanda la comunidad.

La comunidad por su localización geográfica, en un parte aguas, tiene pocas alternativas de abastecimiento con agua segura y a pesar de tener varias fuentes de pequeño tamaño, algunas ya equipadas con tomas de agua, se encuentran no aptas para el consumo humano o se localizan en terrenos que demandan acciones de ingeniería y construcción, onerosas en lo económico.

El presente documento es una guía metodológica para iniciar y conducir un proceso de investigación que proponga soluciones que resuelva el problema para optar a un servicio de agua segura para los pobladores de Venecia; auxiliados por la organización ASDENIC (Asociación de Desarrollo Social de Nicaragua). En este



se trata de reflejar la situación socioeconómica de la comunidad, principales demandas, amenazas y debilidades que pongan en riesgo la asistencia a un buen servicio o diseño tecnológico así como una Valoración económica de los recursos hídricos existentes para fijar una tarifa. Se propone la puesta en marcha de un Mini-acueducto por Gravedad (MAG), sistema que debido a las características de la zona, es ideal para solventar la demanda del recurso en la comunidad durante todo el año, con un periodo de diseño que cumpla con los requisitos de las Normas técnica obligatoria nicaragüense y además satisfaciendo todas las necesidades de la población.

El proyecto propuesto consiste en la investigación de los problemas de cantidad y calidad del agua en la comunidad. El propósito de este informe es presentar observaciones significativas, conclusiones y recomendaciones para la fase de ejecución del proyecto.



II. ANTECEDENTES.

En Nicaragua la empresa que suministra el servicio de agua potable, ENACAL, solo cuenta con una cobertura del 55% a nivel nacional con claras deficiencias y cortes durante la estación seca. En el Municipio de Condega la capacidad de generación y abastecimiento cubre al 79% de la población y no está en capacidad de absorber el crecimiento poblacional.

La comunidad de Venecia se ubica 22 km al noreste del municipio de Condega en el departamento de Estelí, fue fundada en la década de los años 1980, partiendo sus orígenes de los colonos de la antigua Hacienda Venecia. Su población hasta el 2012 es de 589 habitantes que en su mayoría se dedican a las prácticas agrícolas y a la caficultura. La comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica y alumbrado público, carece de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial.

El primer sistema de abastecimiento de agua que fue construido sin diseño técnico en 1985. Este consistía en una captación directa en la laguna de Venecia, una conducción por gravedad hasta un tanque de almacenamiento, sin ningún tipo de tratamiento y desde ahí a la red de distribución. En el año 2002, se construyó un segundo tanque para tratar de responder a la demanda no satisfecha de “agua potable” producto del crecimiento poblacional, sin embargo esta obra no cumplió con su objetivo, pues la demanda de agua es mayor a la capacidad de almacenamiento. Luego se encontró que las aguas de la Laguna de Venecia están contaminadas (comunicación de la Alcaldía de Condega) viéndose la necesidad de buscar una nueva fuente de agua.

En el 2010 ASDENIC (Asociación de desarrollo social de Nicaragua) realizó estudios hidrogeológicos y de la calidad del agua, concluyendo que se debe diseñar un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable; bajo el concepto de “**agua segura**”. Con esto se pretenderá mejorar la situación hídrica de la comunidad.



Esto responde a una necesidad sentida de la población, que identifica como principal problema la mala calidad del agua, cantidad limitada del abastecimiento y falta de cobertura del servicio de agua.

Tal problemática ha generado muchos problemas de salud a los pobladores (Según MINSA de Condega), que van desde las enfermedades producto de la ingesta de aguas sin ningún tipo de tratamiento bacteriológico, físico y químico. Presentándose casos de disentería, leptospirosis, cólera, tularemia y hasta enfermedades de origen parasitario que contribuyen a problemas de salud pública de gran impacto, especialmente en los más jóvenes según los registros locales del Ministerio de Salud (MINSA).

Un hecho que ha agravado la situación de falta de suministro de agua potable es el crecimiento poblacional que hace que cada vez sea mayor la demanda. Otra situación presente en la comunidad son las malas prácticas en la agricultura, a la que se dedica la mayor parte de la población económicamente activa de la región.

La caficultura ha sido uno de los principales causantes de esta situación ya que el mal manejo de aguas miel ha contaminado las aguas tanto superficiales y amenaza las subterráneas provocando que cada vez se reduzcan las alternativas de fuentes para el abastecimiento de agua para su posterior almacenamiento y tratamiento y ha tenido un significativo efecto sobre la recarga de aguas subterráneas.

En el año 2014 se comienzan a estudiar nuevas iniciativas para resolver el problema de desabastecimiento de agua potable en cantidad, calidad y continuidad para los habitantes de la comunidad Venecia.¹

¹ ABC del Agua, pag 7
Ficha Municipal de Condega, pag 3
Áreas Protegidas, pag 10.



III. JUSTIFICACIÓN.

En la comunidad de Venecia, la contaminación microbiológica del agua de consumo humano, es una preocupación porque la presencia de virus, bacterias y parásitos en el agua, confirmados en laboratorio, puede causar enfermedades agudas graves e incluso la muerte.

La contaminación inorgánica y orgánica (no biológica) puede causar efectos en la salud que van de agudo a crónico. La exposición a largo plazo a la contaminación orgánica y los metales pesados, incluso a bajas concentraciones, pueden causar cáncer, problemas reproductivos, daño de órganos, y defectos de nacimiento.

La prevalencia de enfermedades hídricas, el inadecuado vertido de residuos, la actividad agrícola no social y ambientalmente responsable, dejan entrever la imperiosa necesidad de una intervención de ingeniería para proveer agua segura a la comunidad.

Para resolver los problemas antes expuestos, se propone el **Diseño de un Mini-acueducto por gravedad (MAG)** que sea capaz de mejorar la calidad de vida de los pobladores dándole agua en cantidad, calidad y continuidad durante todo el año, para asegurar la salud de la población, que se ha quejado durante muchos años de abandono y consumo de agua no segura, tanto para la población existente en la comunidad como para las futuras generaciones. Es por esto que dicha iniciativa se proyectará con un periodo de diseño de 20 a 25 años a como lo establece la Norma Técnica Obligatoria nicaragüense (NTON).



IV. OBJETIVOS.

Objetivo general.

- Diseñar un Mini-acueducto por Gravedad (MAG) y planta de tratamiento para agua potable (PTAP) con la tecnología adecuada, con fines de garantizar la calidad del agua como lo establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la comunidad de Venecia.

Objetivos específicos.

- Caracterizar la realidad hidrosanitaria y socioeconómica de la comunidad de Venecia para establecer criterios para la sostenibilidad de las soluciones de ingeniería.
- Realizar los estudios de ingeniería básica que faciliten el diseño hidráulico de las estructuras, adecuado para el sistema.
- Diseñar los componentes hidráulicos de un mini acueducto por gravedad (MAG).
- Diseñar cada uno de los elementos de la planta de potabilización según requiera la caracterización química y biológica del agua como lo establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.
- Evaluar los impactos ambientales y sociales de la obra con el fin de mejorar la gestión integrada de los recursos de agua y del acueducto comunitario planteando criterios para una propuesta de sostenibilidad de la cuenca.
- Elaborar una propuesta de manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable como lo establece la ley general del agua potable y la ley a los Comités de Agua Potable.
- Formular costos y presupuesto de la obra para su construcción bajo criterios de costo efectividad.



V. MARCO TEÓRICO.

5.1- NORMAS JURÍDICAS Y TÉCNICAS.

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser las normas del sector urbano debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos y sociales.

Leyes

Ley No. 217 ley general del medio ambiente y los Recursos Naturales

Ley No. 423 ley general de Salud

Ley No. 297 Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y su Reforma

Decreto No.52 – 98 Reglamento de la ley General de Servicios de Agua Potable y alcantarillado sanitario

Decreto No.001 – 2003 Reglamento a la Ley General de la salud

Decreto No. 432 Disposiciones sanitarias

Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense.

NTON 09-001-99 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el abastecimiento de agua rural.

NTON 09-003-99 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el abastecimiento de agua.



5.2- GENERALIDADES

Conceptos básicos.

Agua: Es una sustancia que está conformada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas de vida conocidas sobre la tierra. Esta sustancia generalmente es encontrada en estado líquido aunque la misma puede hallarse en estado sólido (hielo) o gaseoso (vapor).

Agua segura Es el agua que abastecida en cantidad suficiente para satisfacer todas las necesidades humanas, presentes y futuras, apta para ser consumida por su alta calidad; que llega a todos los hogares y de manera continua al costo más adecuado para la economía familiar y que por su elevado valor socio ambiental es cuidada y protegida por la sociedad.

Agua Potable. Se define como agua segura el agua apta para el consumo humano, de buena calidad y que no genera enfermedades. Es agua que ha sido sometida a algún proceso de potabilización casera.

Calidad del agua. El concepto se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades nacionales e internacionales. El agua de calidad para consumo humano, puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a composición química, sus propiedades físicas y la inexistencia de patógenos, no representa un riesgo para la salud.

Cantidad de agua: Se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a una dotación de agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas: bebida, cocina, higiene persona, limpieza de la vivienda y lavado de ropa.

Continuidad del servicio: Significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente. Lo ideal es disponer de agua durante las 24 horas del día.

Cobertura del servicio: Significa que el agua debe llegar a todas las personas sin restricciones. Nadie debe quedar excluido del acceso al agua de buena calidad.



Costos del servicio: El agua es un servicio social pero también económico, cuya obtención y distribución implica un costo. Este costo ha de incluir el tratamiento, el mantenimiento y la reparación de las instalaciones, así como los gastos administrativos que un buen servicio exige.

Cultura de manejo del agua: Es un conjunto de costumbres, valores, actitudes y hábitos que un individuo o una sociedad tienen con respecto a la importancia del agua para el desarrollo de todo ser vivo, la disponibilidad del recurso en su entorno y las acciones necesarias para obtenerla, tratarla, distribuirla, cuidarla y reutilizarla.

5.3- MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG).

Estos sistemas están integrados por los siguientes componentes: obra de captación (toma), línea de conducción, cajas rompe presión, tanque de almacenamiento, red de distribución y puestos de entrega del agua que pueden ser conexiones domiciliarias, conexiones en patio, puestos públicos. Los mini acueductos por gravedad con toma de manantial se encuentran preferentemente en las zonas montañosas con climas sub húmedos y per húmedos donde todavía hay restos de bosques primarios y afloramiento de aguas subterráneas por las irregularidades topográficas.

5.4- 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:

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

Calidad: Agua de calidad para el consumo humano.

5.5- CAPTACIÓN DE MANANTIAL.

Si el agua subterránea aflora en la superficie sin la ayuda de medios artificiales, recibe el nombre de manantial. Generalmente este tipo de fuentes, sufren



variaciones en su producción asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del periodo de estiaje en la zona. Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

- El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del periodo de estiaje de la zona y se tomará como base para el diseño el mínimo valor reportado.
- El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del periodo de diseño, de lo contrario se desestimarán su utilización.

5.6- LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.

5.6.1- Línea de conducción.

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, por gravedad y conducción por bombeo. En este caso es una línea de conducción por gravedad.

Línea de Conducción por Gravedad:

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:²

² Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural, pág. 32.



- a) Se diseñara para la condición de máximo día al final del período de diseño. El cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m como mínimo.
- c) La presión estática máxima 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 mts, incorporando en la línea componentes de control de presión donde sea necesario.³

5.6.2- 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 de agua).
- 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.
- d) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m como mínimo.
- e) La presión estática máxima 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 mts, incorporando en la línea componentes de control de presión donde sea necesario.⁴

³ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural, pág. 34.
Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural, pág. 35.



5.7- HIDRÁULICA DEL ACUEDUCTO.

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarían problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar desgaste en las tuberías.

5.7.1- Líneas de conducción.

Para el dimensionamiento de las tuberías se aplicará la fórmula de Hazen-Williams, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$H/L = S = \frac{10.549 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Donde, H = Pérdida de carga en metros

L = Longitud en metros

S = Pérdida de carga en mt/mt

Q = Gasto en m³/seg

D = Diámetro en metros

C = Coeficiente de Hazen – Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.⁵

5.7.2 -Red de distribución.

Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

a) Aplicando la Fórmula siguiente:

$$H = \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L$$

En la cual:

H = Pérdidas por fricción en metros

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural, pág. 38.



Q_e = Caudal entrante en el tramo en (gpm)

Q_f = Caudal de salida al final del tramo (gpm)

S_e = Pérdidas del tramo correspondiente Q_e en decimales

S_f = Pérdidas del tramo correspondiente Q_f en decimales

L = Longitud del tramo en metros.⁶

5.8- ALMACENAMIENTO.

Para cualquier sistema de abastecimiento de agua potable se deben diseñar los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que estos sean capaces de suplir la máxima demanda que se presentan durante la vida útil del sistema, además que también mantengan la reserva suficiente para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. Los depósitos para almacenamiento de agua tienen como objetivo garantizar la cantidad necesaria para el consumo, con una presión adecuada en la red de distribución. Sus funciones son:

- Compensar las variaciones de consumo diario
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución
- Atender las situaciones de emergencia como incendios, daños a la red o a estaciones de bombeo, reparaciones en las líneas de conducción, etc.

5.8.1- Capacidad.

Debe satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen compensador: Volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en el 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: Para atender eventualidades en caso de emergencias, reparaciones en líneas de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20% del consumo promedio diario.

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense pág. 38.



5.8.2 - Diseño.

Para el sector rural el tanque de almacenamiento se puede diseñar aplicando diferentes criterios, dependiendo las consideraciones del diseñador y son entre otros los siguientes: Las dimensiones del tanque se puede determinar aplicando el 35% del consumo promedio dado del requerimiento de agua a almacenar, pero este porcentaje está sujeto a variación dependiendo de las consideraciones técnicas que se hagan tales como cuando la fuente de agua tiene suficiente capacidad para abastecer a la comunidad, sin afectar el consumo de esta. También se considera el criterio de captar la producción nocturna; dado a que este periodo no se da consumo el agua de tal manera que bajo de este concepto se estima almacenar el 50% del consumo promedio total diario al final del periodo de diseño.

5.9 - PARÁMETROS DE DISEÑO.

5.9.1- Período de Diseño.

En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

5.9.2 -Variaciones de Consumo.

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario)



5.9.3- Presiones Máximas y Mínimas.

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: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

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

Material del Conducto	Coefficiente de Rugosidad (C)
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

5.9.4- Velocidades permisibles en tuberías.

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

5.9.5 - Cobertura de Tuberías.

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.



5.9.6 -Pérdidas de Agua en el Sistema.

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

5.10- POTABILIZACIÓN.

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán en mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de Potabilización y en consecuencia la mayoría de los Sistemas de Agua Potable poseen Plantas de Tratamiento. Estos procesos unitarios se clasifican en pre-tratamiento, tratamiento y post tratamiento.

5.10.1-Pre-tratamiento.

Cuando la turbiedad tiene un valor promedio de más de 50 UTN en períodos que sobrepasan algunas semanas, o más de 100 UTN en períodos que sobrepasan algunos días, es necesario efectuar un pre-tratamiento antes de pasar el agua a través de los filtros lentos, con la finalidad de disminuir la turbiedad. Los pre-tratamientos más simple que pueden emplearse son; captación indirecta, y la pre-filtración en lechos granulares, estos pueden combinarse.

5.10.2 - Tratamiento por filtración lenta.

La filtración lenta es un proceso de tratamiento del agua, que consiste en hacerla pasar por un lecho de arena en forma descendente o ascendente y a muy baja velocidad.



La filtración lenta en arena es considerada un tratamiento total que incluye desinfección⁷.

5.10.3 - Post-tratamiento.

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.⁸

5.11- NIVEL DE SERVICIO.

5.11.1 - Puestos públicos.

Son tomas de agua que se implementarán particularmente en el sector rural para abastecer una o más casas.

- Deberá ubicarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- Deberá evitarse que se lava la ropa, bañarse, lavar maíz, etc.
- Se cercara el puesto de tal manera que se garantice su protección evitando el acceso de animales.

5.11.2 - Conexiones domiciliarias.

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

5.12- PREPARACIÓN DE DISEÑO (criterios y especificaciones).

Para emprender el diseño de un acueducto es necesario realizar una serie de estudios básicos, útiles para establecer unos criterios generales para el diseño

⁷ Solsona F; Mendez J.P. 2002. Desinfección del Agua. CEPIS-OPS. Lima. Peru.

⁸ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Pág. 42.



propiamente dicho y unas especificaciones técnicas de diseño para cada componente del sistema. Estos estudios se pueden agrupar en dos bloques:

- **Estudios de población, dotación y consumo**
- **Estudios de ingeniería básica**

5.12.1- Estudios de la población, dotación y consumo.

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño de las exigencias de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los periodos económicos del diseño. ⁹

Calculo de población.

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema, de la fuente a la vivienda. La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población. La información a captar y generar está disponible en INIDE (Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995) Alcaldía Municipal y EL MINSA.

Cuando no se dispone de datos de población actualizados a la fecha, se debe efectuar un censo poblacional.

Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular.

Los valores anuales varían de 2.5% a 4% determinaremos mediante los censos anteriormente hechos y se toma el porcentaje adecuado para la comunidad de Venecia.

⁹ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural, pág. 11



Para calcular poblaciones futuras se utilizan varias formas matemáticas, la más usada en acueductos rurales donde la población esta inestable es la fórmula de crecimiento geométrico:

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

Donde: 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.

Dotación y consumo.

Establecer la cantidad de agua que será necesaria para satisfacer las necesidades de cada ciudadano es pertinente a los efectos del diseño Hidráulico del acueducto. Para ello deben evaluarse el nivel de vida, el clima y los hábitos de consumo y uso del agua.

La cantidad de agua requerida para satisfacer esas necesidades se denomina dotación y es habitualmente expresada como la cantidad de agua por persona por día, en litros o en Metros cúbicos. Esta dotación está en dependencia de:

- Nivel de Servicio adoptado
- Factores geográficos
- Factores culturales
- Uso del agua.¹⁰

¹⁰ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural pág. 11



5.13- ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA.

Conocida la Población e identificada la necesidad de una cantidad de agua para cada ciudadano, se puede seleccionar una o varias fuentes que satisfagan la demanda de cantidad, localizándole y realizando los trazos iniciales de los sistemas de conducción y distribución, tanque y Planta de potabilización.

Para ello se realizan los estudios de ingeniería básica que pueden ser, sin limitarse a ello:

- Hidrología e Hidrogeología
- Topografía
- Geología y geotecnia



VI- ORGANIZACIÓN METÓDICA.

La investigación propuesta corresponde a un proceso de aplicaciones de la ingeniería, demandando una serie de actividades secuenciadas que faciliten el establecimiento de especificaciones y criterios de diseño de cada componente y faciliten el entrenamiento de operadores, usuarios y ciudadanos con el propósito de asegurar la sostenibilidad del acueducto y del servicio.

Para la realización del proyecto se partió a organizar la investigación en cinco fases metódicas, ligadas una de la otra con el propósito de dar solución a un problema de ingeniería sanitaria.

6.1- FASE METÓDICA (INICIAL).

Es el conjunto de acciones que se han de realizar en gabinete y facilitan la organización, dirección y control de las actividades a emprender.

6.1.1- Organización.

Para establecer parámetros y plantear una solución al problema existente, se dio inicio a un proceso de investigación que partió de la identificación y acotamiento de una problemática, es este caso falta de cobertura del servicio de agua potable, en la comunidad de Venecia, municipio de Condega, departamento de Estelí. Problemática muy compleja, cuya investigación se pretende desarrollar desde Julio a Noviembre del año 2014.

Como herramienta para el proceso se elaboró un cronograma de trabajo, con el fin de hacer un uso óptimo de los recursos y aproximación de los tiempos, determinar qué actividades serán independientes y cuáles son las que dependerán de otras en el proceso.

Además se programaran las visitas al campo para identificar la realidad de la zona de estudio, y que como grupo proyectistas conocemos más de cerca la problemática, las necesidades de la población, su situación económica- social y cultural, para establecer el tipo de proyecto que demanda la comunidad además de las tecnologías apropiadas a utilizarse.



Cuando los datos ya estén recopilados se procederá a su análisis a detalle e interpretación quedando como resultado un informe para cada uno de los estudios previos que se hagan, de esta manera se facilitara posteriormente elaboración del informe final de la investigación.

Se buscara y enriquecerá de teoría que genere las posibles alternativas de solución al problema se hará uso de documentación técnica, internet, consultas a la biblioteca, docentes, etc.

6.1.2- Recolección de información.

- Se realizará una visita de campo para conocer la manera en que está organizada la comunidad de Venecia, los sectores y barrios que la conforman, quién es el líder comunitario, si hay un comité de agua potable (CAPS) ya organizado, si existe presencia de proyectos para el desarrollo social de la comunidad y si se había planteado el problema ante autoridades a quien le compete.
- Examinar sobre la existencia de censos poblacionales actuales, en caso de no ser así, podrán realizarse censos u obtener, información, proveniente de instituciones propias del lugar, tales como Alcaldía de Condega, ENACAL (Empresa Nacional de Acueductos y alcantarillados) y el MINSA (Ministerio de Salud).
- Se convocará a una reunión al director del centro de salud de la localidad con el fin de conocer la situación en cuanto a salud de los pobladores. Conocer si hay existencia de un registro de las enfermedades que afecta a la población, y cuáles de estas son causadas por consumo de agua no potable.
- Identificar cuáles son las fuentes donde conseguir información, conocer el sitio, su relieve, uso de suelo, manejo y gestión del territorio, situación de los habitantes en cuanto a transporte, comunicación, suministro de energía eléctrica y educación.
- Se hará una reunión con el liderazgo comunitario y responsables del comité de agua potable (CAPS) para determinar cuál es la magnitud del



problema, constatar el grado de disponibilidad de la comunidad para participar en la realización del proyecto si llegara a aprobarse.

6.1.3- Procedimientos aplicables.

Es muy importante mencionar que esta investigación será realizada mediante los procesos que describen en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) y Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano (CAPRE) inserta en la NTON.

- Proyección de la población en los últimos años.
- Dotaciones y demanda de agua para consumo.
- Calidad del agua según su análisis físico, químico y bacteriológico.
- Determinación del periodo de diseño del sistema.
- Elección de la fuente de abastecimiento.
- Ubicación de estaciones de bombeo.
- Diseño hidráulico del sistema de conducción y distribución del agua.
- Almacenamiento.
- Diseño de Sistema de potabilización y desinfección del agua.

6.1.4-Técnicas de recolección de datos.

Para la recolección de los datos en la encuesta socio económico de la comunidad se recurrirá al uso de fichas de fácil uso y comprensión para los pobladores de Venecia.

Se verificara si existe de un Plan de manejo del Parque Ecológico Municipal Cerro Canta Gallo debido a que la comunidad se encuentra en el núcleo del parque y un Plan de ordenamiento territorial que incluya a la comunidad de Venecia, planos de levantamientos topográficos, fotos aéreas, de no ser así, se procederá a recolectar datos mediante un levantamiento preliminar por GPS para trazar los perfiles del terreno donde se piensa construir la obra y así analizar las rutas más viables.

De igual manera es necesario saber si existe o no un estudio hidrogeológico de la comunidad para la caracterización de la realidad hídrica de la región, de no contar



con este se procederá a la realización del estudio que arroje datos acerca de las posibles fuentes de abastecimiento de agua, estado de las cuencas, suelo, geología de la comunidad y precipitaciones anuales.

6.1.5- Criterios de diseño.

De acuerdo con los resultados de los estudios previos, se evaluarán cuáles pueden ser las posibles alternativas de solución del problema, constatar con la Norma técnica nicaragüense obligatoria (NTON) cual será la tecnología que se adecue a la topografía del lugar, está a su vez deberá estar adecuada a las realidad económica y social que atraviesa la comunidad.

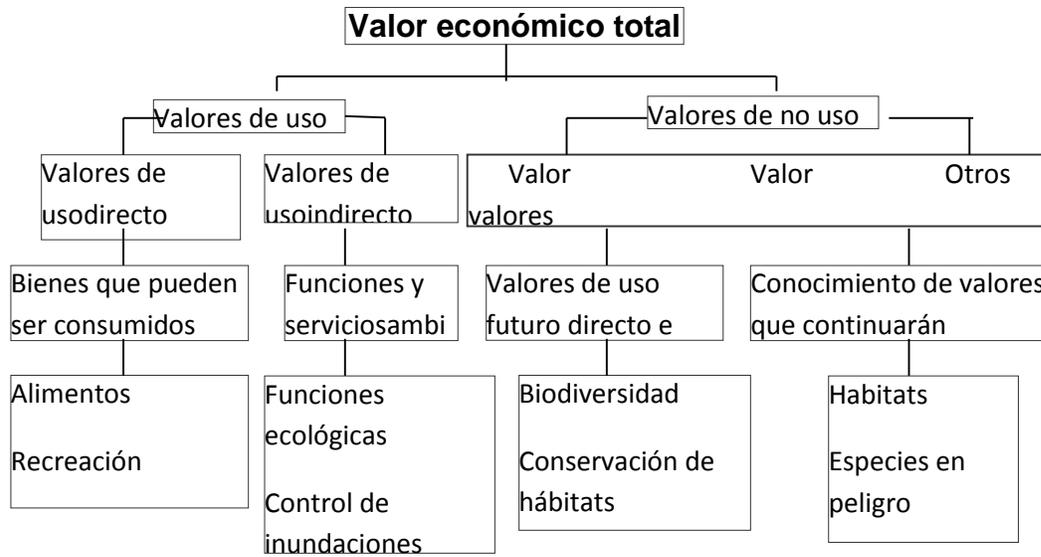
6.2-FASE METODOLÓGICA O DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE OBTENCIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS. (Instrumental).

De acuerdo con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON), que tiene por objeto establecer parámetros de diseños referentes a la potabilización de agua, se deberán seguir una secuencia de procesos para llevar a cabo el proyecto.

6.2.1- valoración socioeconómica de los recursos hídricos.

La evaluación ambiental de la zona donde se va implementar el proyecto permite identificar y cuantificar los impactos del mismo y otros eventos naturales y suministra la información necesaria para profundizar el estudio económico. De esta manera, el análisis socioeconómico incluye un mayor rango de beneficios y costos por cada acción analizada y determina si los beneficios (incluyendo los beneficios ambientales) superan esos costos (incluyendo los costos ambientales), o sucede lo contrario.

Para poder tomar decisiones sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente se necesita la generación de indicadores cuantitativos. Los expertos en las ciencias naturales generan los indicadores físicos y los expertos en economía los expresan en términos monetarios, haciendo, en conjunto, las recomendaciones sobre el uso potencial de los recursos naturales.



El valor económico total (VET) es definido como:

$$VET = VUD + VUI + VO + VE$$

Donde VET: Valor económico total
VUD: Valor de uso directo
VUI: Valor de uso indirecto
VO: Valor de opción
VE: Valor de existencia¹¹

6.2.2- Levantamiento topográfico.

Se hará un levantamiento topográfico en la zona de estudio con el objeto de conocer curvas de nivel del terreno y hacer un buen diseño hidráulico optimizando las presiones en el sistema. Para ello se usaran, cinta, miras, brújulas, GPS y un nivel; instrumento que dará con precisión los datos necesarios para poder elaborar la parte altimétrica del estudio.

Una vez recopilada la información se procederá a su análisis a detalle mediante el uso de programas especiales (AUTOCAD) para dibujar los perfiles del terreno y de esta manera proponer el diseño hidráulico.

¹¹ Centro de investigación de los recursos acuáticos, (CIRA)



6.2.3- Encuesta socio-económica.

Se realizarán encuestas para conocer la situación económica de la comunidad de Venecia, con el fin de aproximar los ingresos promedios de los jefes de familia, de esta manera se ajustará la tarifa para el suministro de agua potable.

Es necesario tomar en cuenta las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias que esto traerá, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes:

El Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC), el cual maneja toda la Información relacionada con las poblaciones del país.

Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la Localidad en estudio, se podrán realizar censos o muestreos de la población bajo el Asesoramiento directo del INIDE.

El método que se utilizará para la proyección de la población será Tasa de crecimiento geométrico. Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se utilizará una tasa de crecimiento entre 2.5% a 4% según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Rural (NTON), en el caso de adoptar una tasa de crecimiento diferente a estos valores se justificara en documento final.

6.2.4- Estudios hidrogeológicos.

Se realizará una exploración hidrogeológica por indicios en terrenos circundantes a la comunidad de Venecia en el Municipio de Condega con el propósito de localizar un sitio óptimo para construir una obra de captación de agua segura para la población y establecer una base de conocimiento que facilite la gestión productiva del territorio, con la formulación de estrategias y prácticas adecuadas



en el entorno, y el impulso de acciones que garanticen seguridad y soberanía alimentaria.

Durante el estudio se construirá un modelo conceptual se realizara el trabajo de campo validado por este modelo, aportando elementos de geología, clima, hidrodinámica de suelos y de hidrogeología; relevantes para la satisfacción de los objetivos del estudio. Se realizaran entrevistas cortas y abiertas para detectar experiencias y actitudes de los ciudadanos, localizar pozos, manantiales y accidentes geológicos, topográficos y de la historia hidro-social de la comunidad. Se seleccionaran los tres sectores más viables para la construcción de obras de captación de diferente tipo para evaluar el más viable.

Lo anterior es de mucha importancia por encontrarse todo el territorio de la comunidad en la zona núcleo del Parque Ecológico Municipal Cerro Canta Gallo y especialmente porque el acueducto a diseñar se enmarca dentro de la estrategia del patrocinador (ASDENIC) para promover la soberanía y la seguridad alimentaria y nutricional (SSAMYN) en las comunidades del café.

Fundamentalmente esto tiene que ver con la disponibilidad de recursos, la visión de cómo utilizan estos recursos en el futuro y la capacidad de gestionar ese futuro, en lo que a agua se refiere, para la población local y las instituciones involucradas que estarán integrados por actores institucionales, públicos y privados, tales como el Gobierno Municipal de Condega, Yali y Telpaneca, ASDENIC, UNI-RUACS, FAREN, MARENA, FISE, MINSA, MINED y el INTUR; en interacción con los actores locales, productores en cooperativas y ciudadanos en general de Venecia. Se evaluaran las prácticas de gestión del territorio y del agua y se caracterizara el tipo de suelo y sus perfiles identificando las principales estructuras geológicas que afecten el flujo de aguas subterráneas.

Temperatura.

Se obtendrán los regímenes de temperatura por gradiente adiabático húmedo con referencias a la estación de AG Condega. Se utilizara el coeficiente de disminución de la temperatura por gradiente adiabático húmedo, ajustándolo en



dependencia de las ocurrencias locales como la exposición de las laderas al sol, la presencia de montañas y cuerpos de agua. Para la estimación de la temperatura media del territorio se tomara como estación de referencia a AG Condega.cod. 45-050. Con una longitud de registro desde 1983 a 2009 (INETER).

Precipitaciones.

Se tomaran en cuenta las estaciones Pluviométricas de Telpaneca, Yalí, Los Horcones, Condega y Montañuela de los registros de INETER. También se valorara la opinión de la comunidad sobre las experiencias climáticas. Para obtener el análisis de las lluvias en la región.

Evapotranspiración.

La evapotranspiración del territorio será calculada por el procedimiento de Thornthwaite. Como se mencionó anteriormente se tomara como referencia a Condega AG y aproximándola por gradiente adiabático húmedo.

Balance de humedad.

Para el balance de humedad se tomaran en cuenta los resultados de la temperatura media estimada, las lluvias medias registradas y los factores de abstracción que serán estimados por el método de Cooks adaptado por la FAO-ONU para Centroamérica y modificado por Schoscynki.

6.2.5- Calidad del agua, muestreo y análisis

Se tomará una muestra da la fuente existente ubicada a 300 mts del tanque de almacenamiento. Posteriormente se llevara al laboratorio para evaluar si esta cumple o no, con los parámetros mínimos de consumo de agua ya establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON). De no ser así, se procederá hacer la búsqueda de otras posibles fuentes, cabe destacar que para la calidad del agua desde una perspectiva meramente geológica y de su ocurrencia natural se tomara desde lo que indica el mapa hidrogeoquímico del INETER.



6.3- FASE METÓDICA FINAL

6.3.1- Verificación.

Interpretación y uso de datos para establecer criterios personales y especificaciones técnicas para el diseño de la red de distribución.

Considerando la situación actual de la comunidad de Venecia su estado físico y la deficiencia del sistema de agua potable existente, las condiciones geomorfológicas, hidrogeológicas y la demanda actual de consumo del agua potable de parte de la comunidad para los próximos 20 años, se planteara lo siguiente:

Para dar solución el problema de agua potable en la comunidad de Venecia-Condega, se propone la construcción de un mini acueducto por gravedad (MAG), debido a su relieve montañoso además de que la obra de captación está en el punto más alto de la comunidad.

Instalar un sistema de potabilización de agua según la caracterización del estado actual del agua que consume la comunidad.

La fuente actual de abastecimiento de agua del acueducto de la comunidad de Venecia está constituida por agua superficial , la cual puede seguir siendo aprovechada para satisfacer la demanda durante el periodo de diseño, mediante la construcción de un tercer tanque que constituirá la principal obra de captación de aguas superficiales del sistema.

El agua extraída del manantial será enviada a la Red de Distribución y después llegara a las obras de almacenamiento. Se diseñara la línea de conducción por gravedad que deba aprovechar al máximo la energía potencial disponible para conducir el gasto deseado. Esto conduce a la selección del diámetro mínimo, que satisfaciendo razones técnicas (Capacidad) permita presiones iguales o menores que la resistencia física del material.

Para el diseño de la línea de conducción por gravedad se tomaran en cuenta los siguientes criterios.



6.3.2- Criterios de diseño.

Se tomara como criterios principales en el diseño lo establecido por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense; en lo referente a velocidades de flujo cargas disponibles garantizando que la carga disponible en cada toma domiciliar este en el rango entre 50 y 5 metros de columna de agua.

La capacidad de las conducciones de la fuente al tanque de almacenamiento para transportar el gasto de diseño tomado como el consumo promedio diario total (CPDT) debe garantizar las velocidades máximas permisibles para los materiales con que se diseñan y las cargas aceptables para los mismos.

La administración de la carga disponible (como diferencia de elevaciones), entre el tanque y la red de distribución debe también responder a la carga máxima admisible anteriormente citada en condición de caudal máximo horario.

El criterio fundamental para la selección de todas las tecnologías constructivas será un criterio de “Costo Efectividad” obligándose los diseñadores a evaluar materiales, diseños, y eficiencias operacionales. Se escogerá aquella tecnología o ensamblaje tecnológico que tenga la máxima eficiencia al costo más adecuado.

Junto a los criterios anteriores, y dada la probable existencia de puntos, que pueden considerarse hidráulicamente críticos, debe evaluarse cuidadosamente la línea piezométrica y las presiones en todas las conductoras creando las soluciones de ingeniería necesarias por costo efectividad.

Se seleccionará la clase de tubería adecuada a cada tramo en función de la presión que soportan y las cargas disponibles.

Lo mismo ocurrirá para accesorios y dispositivos especiales se recurrirá a válvulas de aire ya que en las líneas de conducción por gravedad tienen la tendencia a acumular aire en los puntos altos, cuando se tienen presiones altas en el aire tiende a disolverse y continua 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



En caso de una topografía accidentada se colocaran válvulas de limpieza ya que existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos por lo cual resulta conveniente la limpieza de tramos de tuberías. En este caso se usara el diámetro inmediato inferior a la línea principal

Ya que las líneas de conducción por gravedad la carga estática originada por el desnivel existente entre el sitio de captación y algunos puntos largos de la línea de conducción puede crear presiones superiores a la presión máxima que soportaría una determinada clase de tubería. Ello obliga a disipar esa energía antes que provoque daños a la misma .para evitar tales daños se recurrirá a una válvula reguladora de presión o pilas rompe presión ya que estas son destinadas a reducir la presión a cero (pila atmosférica) mediante transformación de la energía disponible en la altura de la velocidad.

Para la instalación de la tubería se debe garantizar la duración de la obra y reducir el mantenimiento correctivo de la misma, así que es importante considerar la profundidad a la cual se instalara la tubería tanto en la línea de conducción como en la red de distribución. Debido a que construiremos en el medio rural un mini acueducto por gravedad se presentan algunas consideraciones al instalar la tubería ya que las condiciones no son iguales que en el medio urbano.

Para el zanjeo se establecen 1.20 mts para sitios expuestos al tránsito de vehículos y 0.80 mts, como mínimo para caminos en el cual no transiten vehículos automotores.

Para las tomas domiciliare se ubicara de 1 o 2 grifos en un mismo puesto público dependiendo de la cantidad de personas a abastecer.

Planta de tratamiento.

La secuencia de pensamiento para la toma de decisiones al momento de la selección de tecnología adecuadas al entorno socioeconómico y cultural partirá siempre de seguirlos siguientes pasos:

- Caracterizar la calidad y cantidad del agua,



- Identificar los requerimientos de la calidad del agua, de la entrada y la salida, mediante procedimientos analíticos y de lo establecido por las normas nacionales de calidad del agua.
- Impactos ambientales.

Otros elementos importantes en la selección y diseño de la tecnología son:

- El grado de complejidad que tendrá la planta de tratamiento al momento de su operación, y la accesibilidad a los materiales con los que se pretende construir
- El costo es un elemento de importancia debido a la realidad económica de la población, debido a que son personas que no cuentan con los recursos para solventar tecnologías complejas y de alto costo.

Es importante mencionar que la comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica pero esta no es accesible al sitio donde se pretenden construir los tanques de almacenamiento, lo que impide el empleo de tecnología que necesite la aplicación de esta para su funcionamiento.

6.3.3- Elaboración del presupuesto.

Mediante un presupuesto se permitirá conocer las cantidades de la obra que posee cada una de las etapas del proyecto, así como un costo estimado de todo el sistema de agua, para estimar el monto total de la inversión que harán los involucrados en el proyecto..

6.4- REPORTE DE RESULTADOS.

6.4.1-Fijación de tarifa como resultado del estudio socioeconómico.

La fijación de una tarifa hídrica ambientalmente ajustada y tomando en cuenta los diferentes rubros de consumo como doméstico, agropecuario, forestal ya que es una zona rural, genera ingresos económicos por año para sustentar las actividades relacionadas con la administración del recurso hídrico. De acuerdo



con los componentes valorados y los montos estimados para cada uno de ellos, los ingresos que se generarían responderían apropiadamente a un concepto de desarrollo social y económico, y a la conservación de los recursos hídricos, y, en general, a la de los ecosistemas, debido al aporte de recursos financieros para desarrollar actividades en el corto, mediano y largo plazo en el plano económico, social y ambiental.

6.4.2- Presentación y defensa del informe final.

Una vez finalizado el proceso de investigación se procederá a realizar el reporte final, en el cual serán reflejados los resultados que arrojaron los estudios previos y también, en el que se desarrollará y se presentará a detalle cada de una de las etapas de sistematización de datos. Ya elaborado el documento final, este será expuesto en un acto de pre defensa, que se llevará a cabo en las instalaciones del Recinto Universitario Augusto César Sandino (UNI-RUACS) ante un jurado integrado por autoridades del recinto, docentes e invitados. Cabe mencionar que el grupo tesista estará anuente a las correcciones por parte del jurado y la nueva revisión del documento, posteriormente éste será enviado a la oficina correspondiente De la Facultad de Tecnología de la Construcción, para su defensa final.

6.4.2- Memoria de impacto socio-ambiental.

Una vez finalizado el proyecto será necesaria la evaluación que determinara la efectividad de la tecnología que se seleccione. Para llevar a cabo esta fase es posible analizar la posibilidad de regresar a campo donde mediante observación del grupo proyectista vera los alcances que ha tenido el proyecto y de qué manera ha influido directa o indirectamente en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

En esta etapa es necesario que se haga una revisión del sistema, para ver si su funcionamiento será óptimo, involucrando al Comité de Agua Potable (CAPS).

VII- BIBLIOGRAFÍA

- NORMA TÉCNICA NICARAGÜENSE PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA, (NTON), 1994.79 PÁGINAS.
- MANUAL DE DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN LA ZONA RURAL, 1998. 214 PAGINAS. CARE-UNI-ENACAL.
- REPORTE HIDROLÓGICO DE LA COMUNIDAD DE VENECIA. 2012, 38 PAGINAS. CENTRO INTEGRAL DE INFORMÁTICA DE DESARROLLO SOCIAL DE NICARAGUA ASDENIC.
- ABC SOBRE EL RECURSO AGUA Y SU SITUACIÓN EN NICARAGUA, 2006, 44 PAGINAS, ENACAL.
- FICHA TÉCNICA MUNICIPIO DE CONDEGA, 2005, 44 PAGINAS. INFOM.
- ANÁLISIS SECTORIAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE NICARAGUA, 2004, 432 PAGINAS, ENACAL Y RASNIC CON APOYO DE INAA.
- SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: DE UNA MANERA INTEGRAL, 2011, 147 PAGINAS, GLOBAL WATERPARTNERSHIP.
- SOLSONA F, MENDEZ J.P. 2002. DESINFECCIÓN DEL AGUA. 157 PAGINAS. CEPIS-OPS. LIMA PERU.

WEB-GRAFÍA

- González E.M. 2011. Manual del Agua Potable. Notas de aprendizaje en Ingeniería del Agua. En www.cienciadelagua.wordpress.com



VIII- ANEXOS

Comunidad de Venecia, Municipio de Condega.



Toma de agua actual de la comunidad de Venecia.





Pruebas de calidad de agua, financiadas por Ingenieros Sin Fronteras.

