UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y EL SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD EL HORNO, MUNICIPIO DE SAN RAMÓN, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA.

Para optar al título de Ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Carlos Benjamín Centeno Rodríguez

Br. José Leonel Valle Zeledón

Br. Osmar Enrique Aguirre Chamorro

Tutor

M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano.

Managua, enero 2019

Dedicatoria

Agradezco primeramente a Dios por concederme la oportunidad de estar vivo para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis padres quienes han trabajado mucho para que culminara mis estudios, principalmente a mi mamá Mayra Rodríguez quien soñó ver a su hijo como ingeniero, y a mi papá Martin Aguirre, quien tuvo el coraje de criarme y educarme, aunque no fuera su hijo biológico.

A mi esposa Martha Úbeda quien me motivó para que finalizara mi carrera y no permitió que me rindiera.

Y finalmente a mis hijos que son el motor que mueve todas mis acciones desde el primer día que llegaron a mi vida.

Carlos Benjamín Centeno Rodríguez

Dedicatoria

Este proyecto monográfico está dedicado en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, sabiduría, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos.

A mi madre Carmen Zeledón por haber sacrificado su vida, su tiempo y a su lucha constante por darme lo mejor. A mi familia que en el momento preciso colaboraron en el camino hacia este objetivo.

El camino hasta este punto no fue sencillo, pero gracias a sus aportes, amor, apoyo y a su inmensa bondad, lograr esta etapa fue más sencillo.

Les agradezco, y hago presente mi afecto hacia cada uno de ustedes.

José Leonel Valle

Resumen

El presente documento describe el Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y el saneamiento en la comunidad El Horno, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa.

La comunidad El Horno posee un sistema de agua por gravedad con puestos públicos, el diseño que se realizó está definido para 219 puestos domiciliares, utilizando la fuente de agua actual llamada “Las Mayrenas”.

El estudio socioeconómico realizado a través de un censo casa a casa, arrojó que en la comunidad viven 932 personas en 200 viviendas.

Debido al grado de dispersión de las viviendas de la comunidad, se seleccionó una red de tipo abierta ramificada, la cual abastecerá al 100% de los habitantes.

La fuente de agua actual de la comunidad El Horno produce un caudal de 2.49 lts/seg, medido en el final del periodo de verano (a finales de abril del año 2018). Este caudal es suficiente para cubrir la demanda en un periodo de 20 años

Se propone ampliar el tanque de almacenamiento de agua existente, construyendo un anexo al tanque actual, a fin de garantizar una capacidad 54 m^3. También se propone rehabilitar las obras de captación existentes y protegerlas mediante muros de contención para evitar daños por revenimiento.

Se propone el diseño de inodoros ecológicos con descarga directa como alternativa de saneamiento, por tal razón se diseñó el proyecto de agua con una dotación de 75 litros por persona por día. Estos inodoros tienen un costo directo de C$ 14, 177.25 (catorce mil ciento setenta y siete córdobas con 25/100).

El proyecto tiene una longitud total de 9.49 km en la red de distribución y 1 km en la línea de conducción, con un costo total de 3, 543 762.95 (tres millones quinientos cuarenta y tres mil setecientos sesenta y dos córdobas con 95/100.

Índice

1 Generalidades 1
1.1 Introducción 1
1.2 Antecedentes 2
1.3 Justificación 3
1.4 Objetivos 5
2 Información general del área de estudio 6
2.1 Datos generales del municipio 6
2.2 Caracterización del municipio 7
2.3 Caracterización de la comunidad 12
3 Marco teórico 15
3.1 Fuentes de abastecimiento 15
3.2 Tipos de fuentes 15
3.3 Aguas superficiales 15
3.4 Aguas sub-superficiales 15
3.5 Aguas subterráneas 16
3.6 Captación 16
3.7 Líneas de conducción 17
3.8 Línea de conducción por gravedad 17
3.9 Red de distribución 17
3.10 Tubería 18
3.11 Accesorios 18
3.12 Válvulas 18
3.13 Tee 19

3.14 Reducciones 19
3.15 Dispositivos de control transitorios 19
3.16 Codos 19
3.17 Carga hidráulica disponible 20
3.18 Sobrepresión o depresión 20
3.19 Almacenamiento 20
3.20 Período de diseño 20
3.21 El nivel de servicio 21
3.22 Conexiones domiciliares 21
3.23 Consumo de agua 21
3.24 Población a servir 21
3.25 Proyección de la población 21
3.26 Dotación 22
3.27 Tratamiento 22
3.28 Sistemas de saneamiento básico rural 22
4 Diseño metodológico 26
4.1 Fase exploratoria 26
4.2 Recopilación de datos 26
4.3 Evaluación socioeconómica y censo poblacional 26
4.4 Cálculo de la población futura 27
4.5 Proyección de consumo 27
4.6 Aforo de fuentes 28
4.7 Niveles de servicio. 28
4.8 Información topográfica 28
4.9 Análisis de datos topográficos 29

4.10 Descripción del sistema propuesto (Mini acueducto por gravedad con conexiones domiciliares) 30
4.11 Esquema de las redes 31
4.12 Diseño del acueducto en el programa EPANET 31
4.13 Coeficiente de Rugosidad de Hazen Williams 32
4.14 Red de distribución 33
4.15 Obras de captación (Manantial de fondo y concentrado) 34
4.16 Línea de conducción por gravedad 37
4.17 Diámetros de tuberías de líneas de conducción y red de distribución 38
4.18 Tanque de almacenamiento 39
4.19 Cloración con CTI-8 41
4.20 Propuesta de unidades de saneamiento 43
4.21 Elaboración de presupuesto 43
5 Análisis y presentación de resultados 44
5.1 Conceptualización del proyecto 44
5.2 Análisis socio económico 44
5.3 Tasa de crecimiento 53
5.4 Cálculo de la población 53
5.5 Proyección de consumo 53
5.6 Cálculo de caudales de consumo 54
5.7 Pérdidas 54
5.8 Consumo Máximo día 55
5.9 Consumo Máxima Hora 56
5.10 Características de la fuente 56
5.11 Caudal de la fuente 56

5.12 Determinación de la capacidad de la fuente 57
5.13 Obras de captación 57
5.14 Almacenamiento..... 58
5.15 Línea de conducción 59
5.16 Red de distribución..... 61
5.17 Puestos domiciliares 68
5.18 Propuesta de saneamiento (inodoros ecológicos)..... 68
5.19 Presupuesto 77
5.20 Sistema de agua potable..... 77
5.21 Saneamiento 78
Conclusiones..... 81
Recomendaciones..... 83
Bibliografía 84

Índice de imágenes

Imagen 1 Mapa de macro localización de la comunidad El Horno 13
Imagen 2 Mapa de micro localización de la comunidad El Horno 14
Imagen 3 Diseño de captaciones, altura total de cámara húmeda..... 35
Imagen 4 Línea de conducción por gravedad 37
Imagen 5 Detalle de instalación de clorador manual CTI 43
Imagen 6 Análisis hidráulico del sistema en EPANET..... 67
Imagen 7 Detalle de instalación de puestos domiciliares 68
Imagen 8 Esquema de inodoro ecológico 76

Índice de tablas

Tabla 1 Coeficiente de rugosidad de Hazen William 33
Tabla 2 Clase de tuberías y presiones de trabajo en tuberías pvc..... 34
Tabla 3 Detalle de infraestructura de la comunidad El Horno 45
Tabla 4 Distribución por sexo de la población de la comunidad El Horno 45
Tabla 5 Distribución etaria de la población de la comunidad El Horno..... 46
Tabla 6 Proyección de consumo 55
Tabla 7 Línea de conducción (datos) 59
Tabla 8 Línea de conducción (análisis de nodos) 60
Tabla 9 Línea de conducción (tuberías) 60
Tabla 10 Detalle de sistema de agua (ramales) 62
Tabla 11 Análisis hidráulico de Nodos..... 63
Tabla 12 Análisis hidráulico de tuberías 64
Tabla 13 Presupuesto costos directos de sistema de agua potable..... 77
Tabla 14 Presupuesto total sistema de agua potable..... 77
Tabla 15 Presupuesto de unidad de saneamiento 78
Tabla 16 Presupuesto completo de unidades de saneamiento 80

Índice de gráficos

Gráfico 1 Distribución etaria de la comunidad El Horno 46
Gráfico 2 Escolaridad de la comunidad El Horno 47
Gráfico 3 Pago por servicio de agua potable..... 48
Gráfico 4 Servicio de agua al que quiere acceder la población..... 49
Gráfico 5 Posesión de la vivienda 50
Gráfico 6 Ocupación de los jefes de familia 51
Gráfico 7 Viviendas con saneamiento 52
Gráfico 8 Comportamiento de la presión en metros 65
Gráfico 9 Comportamiento de la velocidad..... 66

1 Generalidades

1.1 Introducción

El componente más importante e imprescindible de todo ser humano es el agua, generalizando su importancia, también tiene la misma trascendencia para todo ser vivo del planeta Tierra.

Nicaragua es uno de los pocos países, que contiene importantes cuerpos de agua que pueden ser aprovechados por todo ser viviente de una manera fácil, tal es así, que Nicaragua posee una cantidad de agua tal, que para abastecerse de agua el humano solo deberá construir un eficiente y eficaz sistema de abastecimiento de agua capaz de solventar las necesidades y demandas de las poblaciones.

En la zona norte de Nicaragua, la mayoría de la población se abastece de agua mediante la construcción de mini acueductos por gravedad, estos sistemas en su mayoría fueron construidos en las décadas de los 80 y 90, con diseños sencillos y algunos con tomas públicos.

En cuanto al saneamiento en las áreas rurales, Nicaragua ha tenido gran avance con el control de fecalismo al aire libre, logrando minimizar el impacto de enfermedades diarreicas, gastrointestinales y respiratorias mediante la construcción de letrinas. Sin embargo esto se convirtió en una solución momentánea que creó un círculo vicioso de demanda, donde cada municipalidad en Matagalpa construye en promedio entre 200 y 300 letrinas por año[1].

La población de la comunidad el Horno obtiene agua para consumo mediante un sistema de agua potable por gravedad con toma pública, las cuales distan de las viviendas entre 50 y 500 metros. Este ejercicio diario de acarreo de agua significa para cada vivienda un tiempo invertido de 1 a 2 horas en promedio para acarrear

[1] Entrevistas realizadas a unidad técnica de las alcaldías de Esquipulas, San Ramón, La Dalia, Muy Muy y San Dionisio

agua hasta su vivienda. Este sistema brinda servicio solo 4 horas al día debido al déficit de agua por el aumento de la población en los últimos cuatro años.[2]

La comunidad el Horno utiliza letrinas tradicionales para realizar sus necesidades fisiológicas, las cuales en su mayoría fueron construidas por la Alcaldía u otros organismos donantes.

1.2 Antecedentes

Los pobladores de la comunidad de El Horno han estado utilizando agua de fuentes superficiales y subterráneas. Debido a la privilegiada ubicación de estas comunidades, se cuenta con manantiales, ojos de agua, riachuelos, y también la posibilidad de que los pobladores construyan su propio pozo, porque cuentan con un manto acuífero capaz de llevar el vital líquido a profundidades justas para su extracción manual.[3]

Pero por más de 20 años estas comunidades se han abastecido de estas fuentes de agua de una manera irracional, informal y descontrolada teniendo consigo la aparición de enfermedades debido a la exposición del vital líquido por su manera de extracción tradicional, manualmente con baldes en los pozos y ojos de agua. 6 Viviendas obtienen el vital líquido de una toma de un dique, 22 viviendas pozos perforados y, el resto se dirigen a las tomas de aguas públicas que poseen en ciertos puntos en las calles, lo que conlleva a que los pobladores, en su mayoría mujeres y niños, tengan que caminar grandes distancias para tener el vital líquido en sus hogares[1].

[2]Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

[3] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

La mayoría de los habitantes hacen 4 viajes al día para poder tener acceso al vital líquido en sus hogares, teniendo en cuenta que la mayoría tiene que caminar más de 50 metros y algunos hasta más de medio kilómetro.

Las comunidades rurales de Nicaragua generalmente construyen letrinas tradicionales para sufragar sus necesidades de saneamiento, este tipo de saneamiento tienen una vida útil entre 3 y 5 años, y en su mayoría son financiadas por el interés de la municipalidad y organismos que año con año tienen gran demanda por parte de las comunidades, debido al asistencialismo que se ha creado en este tema.

Estas comunidades están compuestas por 200 hogares y un total de 932 personas según el censo llevado a cabo, por lo que líderes de la comunidad han creado una petición formal para que se les resuelva este obstáculo a su desarrollo humano; ya que por años han tenido que continuar con sus labores agrícolas para su subsistencia con el acceso al agua no apta completamente para consumo humano.

Debido a la exposición del problema se persigue la construcción de una red de distribución eficiente de agua potable apta para consumo humano a estas comunidades; a través de una fuente superficial que presenta las condiciones físicas y químicas para su explotación racional y sostenible. Con esto se puede lograr tener una toma domiciliar por hogar que es la meta y de esta manera complementar el desarrollo sostenible de la población de El Horno.

1.3 Justificación

Todos los seres vivos necesitan del vital líquido AGUA, para vivir y hacer nuestras actividades que fomentan nuestro desarrollo económico y social y, de

esta manera a que todas nuestras comunidades cumplan su función de poder incluirse en el desarrollo a cabalidad del país.

En la comunidad de EL Horno, del municipio de San Ramón, Matagalpa, poco más del 30% de la población consume agua completamente sin tratar, proveniente de pozos excavados y fuentes superficiales, como ríos y quebradas, deteriorando su salud, además de forzarlos a caminar largas distancias varias veces al día para más del 25% de la población; tanto así que la población está interesada completamente en tener un sistema de abastecimiento de agua potable que sufraga esta gran necesidad[4].

El 66 % de las viviendas de la comunidad El Horno, no cuentan con un sistema de saneamiento, en la mayoría de los casos la tecnología utilizada son letrinas tradicionales, pero este porcentaje dice o no tener o tenerlas en muy mal estado y necesitan de su reposición a lo inmediato. Asegurando que están defecando al aire libre, convirtiéndose en un foco de proliferación de enfermedades y criaderos de vectores, afectando la salud de la comunidad.

La situación expuesta conlleva a formular una solución integral de forma que resuelva el problema directamente y a largo plazo para cada poblador, dotándoles de una toma de agua domiciliar y un sistema de saneamiento adecuado y digno por vivienda.

Para el problema de la comunidad El Horno se propone la presente investigación monográfica y tener un diseño concreto para un sistema de abastecimiento de agua potable y alternativas de saneamiento que brinde una solución integral.

[4] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos generales

1. Rediseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad de la comunidad El Horno del Municipio San Ramón en el departamento Matagalpa.

2. Proponer alternativas para la disposición de excretas en la comunidad el Horno del Municipio San Ramón en el departamento Matagalpa.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio socioeconómico por encuestas de los pobladores de la comunidad El Horno que facilite la información necesaria para la planeación y diseño.
2. Realizar un levantamiento topográfico para determinar la ubicación de un tanque de almacenamiento y la red de distribución de agua potable.
3. Realizar el aforo de la fuente.
4. Elaborar un análisis hidráulico emplazando el sistema dimensionado en el software EPANET.
5. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable.
6. Diseñar el sistema de saneamiento de la comunidad El Horno.
7. Elaborar planos constructivos del proyecto.
8. Elaborar el presupuesto del proyecto.

2 Información general del área de estudio

2.1 Datos generales del municipio

El municipio de San Ramón, fue fundado el 31 de agosto de 1904, está ubicado a 12 km al noreste de la cabecera departamental Matagalpa, y a 142 km al norte de la ciudad de Managua (capital de la República). Con una altitud promedio de 700 metros sobre el nivel del mar, tiene una temperatura media anual entre 20º y 26º C; situándose entre las coordenadas 12º 55' latitud norte y 85º 50‘ longitud oeste.

Limita al Norte con el municipio del Tuma – La Dalia
Limita al Sur con el municipio de Muy Muy y Matagalpa
Limita al Oeste con el municipio de Matagalpa
Limita al Este con el municipio de Matiguas

Su extensión territorial es de 487 km^2, con una población de 37,392 habitantes**,** correspondiendo el 49.42% hombres (18,479) y el 50.58% mujeres (18,913). La población urbana es aproximadamente de 3,595 habitantes (9.61%) y la población rural de 33,797 habitantes (90.39%); el 50 % de la población total es de jóvenes menores de 15 años y la densidad poblacional del municipio es de aproximadamente 70.75 habitantes/Km^2.[5],distribuidos en un centro poblado urbano, conformado por 9 barrios, 6 micro regiones y 57 comunidades rurales concentradas.

La situación del abastecimiento de agua potable especialmente en el sector rural es bastante deficiente, debido a crecimiento poblacional, deforestación, malos usos humanos, apropiación por parte de terratenientes y pequeños finqueros,

[5] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

además del notable decrecimiento y en algunos casos la desaparición total de las fuentes de agua.

2.2 Caracterización del municipio

2.2.1 Suelos

En cuanto al aprovechamiento de la tierra existen diversas fuentes de información al respecto, según INETER el potencial de uso actual de suelo es de un 35% de uso agrícola, 3.06% de uso pecuario, 10.11% para uso agropecuario sub-utilizado, 8.9% de uso agroforestal, 50.87% agroforestal.

Topográficamente estos suelos son accidentados y todos los factores que intervienen en la formación de suelos han sido determinantes para dar como resultado un suelo ácido a fuertemente ácido y van desde franco a franco arcillosos. Se trata de suelos con una alta vocación forestal y en menor grado para actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

El uso del suelo en el municipio está orientado principalmente al cultivo de granos básicos, la ganadería y en menor escala el café. En cuanto al cultivo de granos básicos se realizan tres tipos de siembra: la de primera, postrera y apante, en esta última es la que se obtiene un mejor rendimiento, las cosechas se está sacando entre los meses de Febrero y Marzo.

De acuerdo a las características y propiedades edáficas, el relieve y condiciones ambientales el estudio de Ordenamiento Territorial realizado por INETER/NORAD determinó para esta región, cuatro categorías de uso potencial.

Todo el municipio se caracteriza por tener un clima de tipo sabana tropical. La temperatura media anual oscila entre los 20º y 26º C las precipitaciones varían entre 2,000 y 2,400 mm caracterizándose por una buena distribución de la

precipitación durante el año, aunque en los últimos años se han presentado irregularidades en la estación lluviosa[6].

2.2.2 Bosques

En esta zona se encuentra la importante reserva de recursos genéticos Yucul ubicada en la parte semi-húmeda del municipio cuya especie predominante es el Pinus Patula Tecunumani. Esta reserva no incluye exclusivamente solo el territorio de la microrregión de Yucul, sino que se extiende hacia microrregiones vecinas.

La zona se encuentra dispuesta en dos grandes macizos, que coinciden con las áreas que concentran las mayores masas boscosas de latifoliadas, esta área incluye dos grandes bloques uno va desde el cerro el Chompipe desde las faldas hasta el punto más alto del cerro el otro bloque incluye los cerros El Portillo y Santa Marta.

Esta zona posee rodales de pinos de la especie P. Ocarpa cuya estructura horizontal y vertical hace que se clasifiquen de diferentes formas sobresaliendo el bosque de pino cerrado con un 30-84%, el bosque de pino abierto con 21.40% y el pino de regeneración con un 4.47% en total en esta área se encuentra un 56.57% de predominancia .

Los bosques latifoliados se encuentran en menor proporción destacándose el roble y los bosques latifoliados nubosos que presentan un 2.06% ambos respectivamente, el café bajo sombra representa un área muy importante, con un 13.06%.

Pese a que en la micro-región se han declarado áreas protegidas, el avance de la frontera agrícola parece incontenible, al igual que la extracción de la poca

[6] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

madera que aún se conserva (aunque muy escasa) la que es explotada por pequeños parceleros.

En esta microrregión se encuentra parte de la Reserva de Recursos Genéticos Yucul, esta franja se extiende 0.6 km hacia el norte desde los caseríos de Santa Lucia Y San Andrés, desde estos caseríos y hacia el sur se extiende el área de conectividad biológica por unos 2.5 km y luego se encuentra el área llamada de restauración del pino Tecunumani[7].

2.2.3 Viabilidad y transporte

El municipio de San Ramón cuenta con comunicación vial que permite agilizar las relaciones de trabajo entre los actores económicos y públicos de una manera más eficiente.

Se cuenta con una carretera pavimentada de doble vía que comunica con el municipio de Matagalpa que es la misma que comunica con el municipio de Muy Muy. También existe una vía alterna tipo macadán que cruza el territorio y comunica a San Ramón con Matiguas y Pancasan.

Las carreteras que comunican la cabecera municipal con la mayoría de las comunidades se encuentran en malas condiciones y en muchos casos son susceptibles a ser destruidas a causa de fenómenos hidrometeorológicos que provocan con frecuencia deslizamientos sobre la vía.[8]

2.2.4 Hidrografía

[7] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR
[8] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

El municipio cuenta con importantes recursos hídricos, de los cuales, 12 son ríos y alrededor de 78 son arroyos todas estas fuentes se encuentran en su mayoría en las áreas rurales, es en la parte del municipio donde se encuentra la mayor parte de estas fuentes, en la parte sur más árida, el acceso de agua para el consumo doméstico, animal y la agricultura es limitado.

Varios ríos de la parte sur se secan durante el verano, mientras que en la parte norte la presencia abundante de agua permite el cultivo de hortalizas durante el verano. Las fuentes generalmente han sido afectadas por la deforestación debido a la implantación de cultivos como el café y el comercio de maderas preciosas. Algunas prácticas como la quema para la implantación de granos básicos o la contaminación por los residuos de los beneficios húmedos del café han afectado el estado sanitario de las fuentes.[9]

Todos los ríos de la comunidad pertenecen a la cuenca hidrográfica del río Grande de Matagalpa varios ríos importantes del municipio atraviesan la micro-región sirven de límite con otras micro-regiones entre estos tenemos: El Wabule, Tapasle y otros de menor caudal como el Cinco Tubos, Santa Lucia, quebradas como Santa Ana, El Carrizo, El Zapote, Margarita, entre otras.

2.2.5 Clima

Según la clasificación climatológica de Koppen, todo el municipio se caracteriza por tener un clima de tipo sabana tropical. La temperatura media anual oscila entre los 20º y 26º C las precipitaciones varían entre 2,000 y 2,400 mm caracterizándose por una buena distribución de la precipitación durante el año, aunque en los últimos años se han presentado irregularidades en la estación lluviosa.

[9] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

La mayor parte del área de El Horno está ubicado en la llamada zona seca del municipio de San Ramón, esta zona abarca las extensas comarcas de San Pablo (Microrregión Yucul) Comarca Sabana Grande (microrregión El Horno) y Comarca Azancor (microrregión El Jícaro), esta zona es la más pobre del municipio y sus pobladores se dedican a la siembra de granos básicos y a la ganadería que es una actividad importante en el área, ya que su altura, precipitación, temperatura y tipo de suelo, permiten el crecimiento de pastos naturales y la adaptación del ganado cárnico

La parte norte de la Microrregión (comarca El Horno) se ubica dentro de lo que se conoce como zona de transición, esta zona se caracteriza por tener un clima variado, la altura sobre el nivel del mar tiene un promedio aproximado de 700 m.s.n.m, las actividades económicas de la zona son: la producción de café, granos básicos y en menor escala hortalizas.[10]

2.2.6 Agua potable

Según el Censo de la población del año 2005, San Ramón es el penúltimo municipio en el departamento con 31.8% de cobertura de Agua. Significa que el 68.2% no tiene acceso al agua en calidad y cantidad. El 20.3% las viviendas se abastecen de un río o manantial esto representa un gran porcentaje de viviendas que consumen agua no apta para consumo humano. Y se suman los que se abastecen de pozo un 24.3%. Además de presentar también un alto consumo de agua de pozos privado equivalente al 15.7%.

En el Municipio de San Ramón las fuentes de aguas superficiales son abundantes en todo el territorio debido al clima y la topografía. Se encuentran un total de 418 ojos de agua, 103 manantiales y 48 quebradas. De estas fuentes las personas de las comunidades toman agua para uso doméstico. Cabe mencionar

[10] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

que las aguas superficiales se encuentran contaminadas debido a que en ellas se depositan desechos sólidos y aguas grises.

Las micro cuencas más importantes del municipio son:

• La Micro cuenca La Pita, San Rafael y La Laguna, abastecen de agua al casco urbano
• La Micro cuenca del río Wabule, donde existe una presa Hidroeléctrica
• La Micro cuenca de la Corona, abastece a muchos sistemas para consumo humano[11].

2.3 Caracterización de la comunidad

La comunidad El Horno, se localiza en el centro sur del municipio de San Ramón, a unos 15 Km. de distancia de la cabecera municipal, la vía de comunicación es carretera de macadán de todo tiempo, en la vía que conecta San Ramón con la comunidad El Jobo del Municipio de Matiguás.

El relieve es abrupto, con muchas laderas rocosas. El clima es generalmente seco ya que la micro-región se halla en la llamada zona seca del departamento de Matagalpa, El Horno es una comunidad netamente productora de granos básicos y ganado especialmente en las zonas de topografía más baja y laderas de los cerros, en las zonas altas se produce también café en menores cantidades que en la zona norte del municipio.[12]

[11] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR
[12] Dato tomado del documento de diagnóstico socioeconómico para la comunidad el Horno, Municipio de San Ramón, departamento Matagalpa, Realizado por ODESAR

2.3.1 Límites de la comunidad El Horno

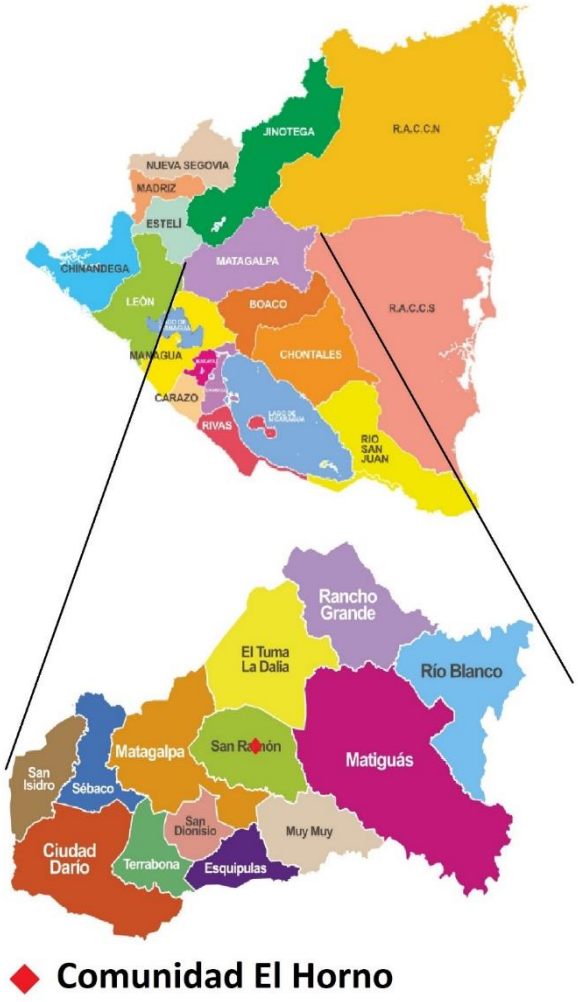
Norte: Comunidad Mil Bosque.

Sur: Comunidad San Pablo

Este: Comunidad Sabana Grande

Oeste: Comunidad San Roque

Imagen *1*
Mapa de macro localización de la comunidad El Horno



Fuente https://www.mapanicaragua.com/

Imagen *2*

Mapa de micro localización de la comunidad El Horno

Fuente http://webfacil.tinet.org

3 Marco teórico

3.1 Fuentes de abastecimiento

Es el espacio natural de donde se derivan los caudales demandados, estas deben ser básicamente permanentes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir, de lo contario para suplir la demanda se busca la combinación con otras fuentes para obtener la demanda requerida.

3.2 Tipos de fuentes

3.3 Aguas superficiales

Son aquellas que se encuentran sobre la superficie del suelo. Se presentan en forma de corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos, lagunas y charcos). Provienen en gran parte de las precipitaciones y pueden recibir agua de manantiales. Están sometidos a la acción del calor y la luz del sol. Estas pueden ser contaminadas por vertederos de fuentes cargados de sustancias orgánicas.

3.4 Aguas sub-superficiales

Son aguas de manantiales y afloramientos. Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que, al desplazarse, a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que, por las elevaciones o pendientes del suelo, pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

3.5 Aguas subterráneas

Son las aguas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo debido a la acción de la gravedad, hasta que alcanzan un estado permeable y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la tierra.

3.6 Captación

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente las aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo requerido, durante todo el año, la captación de aguas previstas.

El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, calidad, localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas).

3.6.1 Tipos de captación

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.

3.7 Líneas de conducción

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

3.8 Línea de conducción por gravedad

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras, encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, lo que nos llevará a la selección de diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia físicas que el material de la tubería soporte.

3.9 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua, desde el tanque de almacenamiento hasta las tomas domiciliares o hidrantes públicos, con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios.

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

3.9.1 Red ramificada o red abierta

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Es usada cuando la topografía, es tal, que dificulte o permite la interconexión entre ramales.

3.10 Tubería

Es el conjunto de tubos interconectados por una tubería principal, con una variedad de diámetros y materiales.

3.11 Accesorios

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de una tubería.

3.12 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 sobre presiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro de operación del equipo de bombeo, entre otras.

3.13 Tee

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

3.14 Reducciones

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferentes diámetros.

3.15 Dispositivos de control transitorios

Estructuras diseñadas para controlar depresiones, sobrepresiones, burbujas de aire y demás perturbaciones a la conducción, ocasionadas por fenómenos transitorios.

3.16 Codos

Son accesorios de forma curva que sirven para cambiar la dirección del flujo de las líneas de conducción tanto grados como lo especifiquen los planos. Existen codos de noventa grados, cuarenta y cinco grados y ciento ochenta grados.

3.17 Carga hidráulica disponible

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

3.18 Sobrepresión o depresión

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

3.19 Almacenamiento

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

3.20 Período de diseño

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

determinar que periodos de estos componentes del sistema deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

3.21 El nivel de servicio

Se define como el grado de satisfacción en la utilización de las opciones tecnológicas para suplir la población en cuestión.

3.22 Conexiones domiciliares

Son tomas de agua que se aplican 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.

3.23 Consumo de agua

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes e igual al desarrollo de sus actividades comerciales y de alcantarillado sanitario.

3.24 Población a servir

Población actual y futura a la cual se pretende abastecer con la ejecución del sistema de abastecimiento.

3.25 Proyección de la población

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema. La metodología generalmente aplicada, requiere la

investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de la población. Los datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales, INIDE y El MINSA, Alcaldía Municipal.

3.26 Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en la dependencia de:

1. Nivel de servicio adoptado
2. Factores geográficos
3. Factores culturales
4. Uso del agua
5. Densidad demográfica

3.27 Tratamiento

Si la calidad del agua satisface las normas CAPRE deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

3.28 Sistemas de saneamiento básico rural

3.28.1 Conceptos básicos de saneamiento

Orina: Es el desecho líquido producido por el cuerpo para eliminar la urea y otros productos. En este contexto el producto urea se refiere a orina pura. Que no está mezclada con eses o con agua. Dependiendo de la dieta, la orina humana

recolectada en un año (aproximadamente 500 litros) contiene entre 2 y 4 kilogramos de nitrógeno.

Heces: Se refiere a excremento (semisólido) sin adición de orina y/o agua. Cada persona produce aproximadamente 50 lts en un año de materia fecal. Del total de nutrientes excretados, las heces contienen en promedio cerca del 10% de Nitrógeno, 30% de fosforo, 12% de potasio y tiene 10^7 - 10^9 coliformes fecales / 1000 mil.

Agua de arrastre: Es el agua utilizada para transportar las excretas desde la interfaz del usuario a la siguiente tecnología, puede ser agua cruda o tratada, agua de lluvia, aguas grises recicladas o cualquier combinación de estas puede usarse como fuente de agua de arrastre.

Las aguas negras: Son la mezcla de orina, heces y agua de arrastre, las aguas negras contienen todos los patógenos de las heces y todos los nutrientes de la orina, diluidos en agua de arrastre.

Interfaz de usuario: Describe el tipo de retrete con el que las personas entran en contacto, es la forma en que estas tienen acceso al sistema de saneamiento, en la mayoría de los casos, la selección de la tecnología en la interfaz de usuario dependerá de la disponibilidad de agua.

Tecnologías: Las tecnologías se definen como la infraestructura específica, los métodos o servicios diseñados para contener, transformar, o transportar los productos a otro grupo funcional.

3.28.2 Sistema con arrastre hidráulico

Es un sistema de tratamiento de las aguas negras (excretas con sólido y orín) muy sencillo, eficaz y de mucha aceptabilidad por las familias que antes usaban la letrina tradicional (pon-pon) o que hacían sus necesidades fisiológicas en el

suelo, así como por familias que habían experimentado con otras tecnologías o procedimientos.

Lo llamamos Inodoro Ecológico Popular porque al igual que los inodoros convencionales no genera ningún mal olor, lo llamamos ecológico para diferenciarlo de las letrinas tradicionales de depósito y caída (pon-pon) que contaminan el medio ambiente, incluso para diferenciarlo de los inodoros convencionales que gastan mucha agua y contribuyen a contaminar todas las fuentes de agua, y lo llamamos popular porque es el más barato de todos los que hemos construido y observado hasta ahora.

El Inodoro Ecológico Popular es una combinación de diferentes técnicas de tratamiento de las aguas negras y descontaminación generada por las excretas humanas, a saber: a) sometimiento de los sólidos a un estado de disolución y a una afectación por el ambiente anaeróbico producido al interior del tanque séptico, b) sometimiento del efluente a un proceso de mineralización logrado a través de la evaporación y de la infiltración que se lleva a cabo en la zanja, c) exposición de los patógenos restantes a un medio hostil representado por los rayos ultravioleta y por la competencia de las raíces de las plantas que despojan a los agentes patógenos de aire, agua y nutrientes.

El Inodoro Ecológico Popular comprende 3 componentes: 1) una taza sanitaria de porcelana (sin trampa y sin tanque), con su asiento y tapadera, que se instala sobre un pedestal; 2) un depósito de descomposición o tanque séptico donde se insertan el tubo de acarreo y el tubo de drenaje; 3) una zanja de infiltración-evaporación - que desemboca en un filtro de piedra bolón de 15 cm de diámetro.

3.28.3 El proceso de tratamiento y descontaminación

La descontaminación o depuración de las aguas negras o material fecal y sus efluentes se lleva a cabo a través de varios mecanismos: permanencia de los patógenos en un ambiente anaerobio por varias horas o días, temperatura de 40

grados que existe al interior del depósito o barril, presencia de bacterias anaerobias formadas al interior del depósito, evaporación que padece el efluente al llegar por el dreno a la zanja, infiltración que padece el efluente desde la zanja hacia la profundidad del suelo, sometimiento de los patógenos a los rayos solares, competencia generada por las raíces y por los microorganismos del suelo para disputarle aire, agua y nutrientes a los patógenos.

Asimismo sabemos que la supervivencia de los patógenos es menor en ambientes más agresivos. En aguas que se encuentran en un ambiente hermético es más agresivo para los patógenos que si estuvieran en aguas superficiales o lagunas de oxidación. Una temperatura mayor de 40 grados centígrados (mayor a la temperatura del cuerpo humano que es de 37 grados centígrados), es más agresiva que una temperatura menor.

4 Diseño metodológico

4.1 Fase exploratoria

Se realizó una visita guiada con técnicos de ODESAR (organización para el desarrollo económico y social para el área urbana y rural), se hicieron algunas preguntas de inspección al comité de agua potable y saneamiento CAPS sobre algunas generalidades del sistema, se hizo reconocimiento de fuentes de agua, reconocimiento del sistema actual y se georreferenció la infraestructura pública de la comunidad.

4.2 Recopilación de datos

Se visitó la alcaldía municipal de San Ramón y las oficinas de ODESAR para obtener la información necesaria sobre el sitio de estudio y realizar la caracterización de la zona.

4.3 Evaluación socioeconómica y censo poblacional

Se realizó una encuesta socioeconómica con el 100% de las viviendas de la comunidad el Horno, en esta encuesta se recopiló información sobre la población total, segregación por sexo y grupos etarios, escolaridad, acceso al agua, vivienda, ocupación, acceso a la tierra, ingresos y acceso a saneamiento.

4.4 Cálculo de la población futura

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

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

Dónde:

Pn = Población del año “n”

Po = 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.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. 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%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

4.5 Proyección de consumo

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1. Nivel de Servicio adoptado
2. Factores geográficos
3. Factores culturales
4. Uso del agua.

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliares de patio, y de acuerdo con las normas técnicas de abastecimiento de agua para zonas rurales se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

También se tomó en cuenta el consumo de agua por saneamiento con arrastre hidráulico.

4.6 Aforo de fuentes

Se realizó un aforo en la fuente de agua Las “Mayrenas”, el método utilizado fue el método volumétrico, con cronometro y recipiente de 20 litros.

4.7 Niveles de servicio.

4.7.1 Conexiones domésticas

Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliares.

El nivel de servicio adoptado es de conexión domiciliar para todas las viviendas.

4.8 Información topográfica

En conjunto con el equipo técnico de ODESAR, se realizó un levantamiento topográfico usando teodolito y estadia, haciendo lecturas de hilo superior, hilo central e hilo inferior, lectura de ángulos verticales y ángulos horizontales.

La topografía se realizó mediante levantamientos separados distribuidos de la siguiente manera:

- Fuente de agua Las Mayrena – Tanque de almacenamiento
- Desde el tanque de almacenamiento recorriendo la vía principal sobre El Horno 1
- Empalme Horno 1 – Horno 2 hacia la escuela El Horno 2.
- Escuela El Horno 2 sobre la vía principal del Horno 2
- Escuela El Horno 2 sobre la trocha de la iglesia católica, llegando a la vía principal hacia Santa Lucia.
- Casa Comunal El Horno 2 hacia la finca La Providencia
- Casa comunal El Horno 2 hacia el sector el callejón
- Sendero hacia la casa de Álvaro Blandón
- Sendero hacia la casa de Jorge Luis López

El levantamiento planimétrico definió las vías de acceso hacia todos los puestos ubicados durante el censo poblacional, nos proporcionó los datos necesarios para definir el esquema del sistema y sus posibles ramales a fin de posteriormente realizar el análisis hidráulico en EPANET.

El levantamiento altimétrico nos brindó los datos necesarios para definir a las posibles obras ingenieriles para evitar sobre carga de presión en las tuberías de conducción y red de distribución.

4.9 Análisis de datos topográficos

Los datos topográficos fueron plasmados en una hoja de Excel que nos proporcionó el equipo técnico de ODESAR, esta hoja realiza los cálculos de las distancias desplazamiento en X, desplazamiento en Y, y diferencia de altura entre las estaciones. Con esta información definimos coordenadas nombrando a la captación de “Las Mayrena” como la coordenada 0,0; y a continuación las coordenadas calculadas de cada una de las estaciones y de los puestos a fin de crear un esquema de las redes de conducción y distribución.

4.10 Descripción del sistema propuesto (Mini acueducto por gravedad con conexiones domiciliares)

Para el Rediseño de este sistema de abastecimiento de agua potable, se tomó como base a las Normas Técnicas de INAA NTON 09001-99 (Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural) y NTON-09002-99 (Saneamiento Básico Rural).

4.10.1 Parámetros de diseño

Periodos de diseño: La vida útil para los componentes del sistema de agua referentes a: Captación de Manantial, Tanque Sedimentador, Línea de conducción, Tanque de Almacenamiento, y Red de Distribución, los cuales se proyectaron para 20 años.

Variaciones de consumo: Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirvieron de base para el dimensionamiento de la capacidad de los componentes del sistema, estos valores son los siguientes:

Consumo Máximo Día (CMD): 1.5 CPD (consumo promedio diario), utilizado para línea de conducción por gravedad.

$$CMD = 1.5 * CPD$$

Consumo Máximo Hora (CMH): 2.5 CPD (consumo promedio diario)+ pérdidas, utilizado para red de distribución por gravedad.

$$CMH = 2.5 * \ CPD + Pérdidas$$

4.11 Esquema de las redes

A partir de los datos topográficos, se realizó el ingreso de las coordenadas obtenidas en el programa Autocad y se hizo la propuesta de los diferentes ramales.

4.12 Diseño del acueducto en el programa EPANET

El esquema de las redes definido en el programa Autocad, se trasladó al programa EPANET a través del programa EPACAD, seguidamente se configuraron las unidades de medida del sistema EPANET (diámetro de tuberías, cota de los nodos, caudal de consumo) y las opciones de cálculo (definida la fórmula de Hazen William, consumo en litros por segundo, diámetro en milímetros y longitudes en metros).

Inicialmente se trabajó en las redes de distribución, se distribuyó el caudal de diseño calculado previamente, según la demanda de cada uno de los nodos, y se calibró el diámetro de las tuberías a fin de conseguir velocidades permisibles en las tuberías.

Posteriormente se diseñó la línea de conducción Las Mayrena – Tanque de almacenamiento, con los criterios establecidos en la Norma para diseño de acueductos rurales.

4.12.1 Velocidades permisibles en las tuberías

Las velocidades recomendadas del flujo en los conductos son para evitar erosión o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad Mínima: 0.40 m/s

Velocidad Máxima: 2.00 m/s

4.12.2 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento la norma de INAA recomienda que las presiones en la red de distribución se mantengan en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5 m
Presión Máxima: 50 m.

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda en línea de conducción mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando pilas rompe presión donde sea necesario.

4.13 Coeficiente de Rugosidad de Hazen Williams

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

$$H = 10.674 * C^{-1.852} * D^{-4.871} * L$$

Tabla 1
Coeficiente de rugosidad de Hazen William

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

Fuente Diagnóstico y Rediseño del sistema de abastecimiento de agua por gravedad para la comunidad La Reyna, Municipio de San Ramón

4.14 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 domiciliares o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

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 + pérdidas).

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

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

4.14.1 Selección de la clase de tubería a emplear

La selección de la clase de la tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía.

Tabla 2
Clase de tuberías y presiones de trabajo en tuberías pvc

SDR	Presion de Trabajo		
	(kg/cm²)	(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

Fuente Monografía diseño de abastecimiento de agua potable en la comunidad La Reyna San Ramón

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. Permitirá determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente.

En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (Hierro Galvanizado).

4.15 Obras de captación (Manantial de fondo y concentrado)

4.15.1 Cálculo del ancho de pantalla

El ancho de pantalla se determina sobre la base de las características propias del afloramiento, quedando definido con la condición de que pueda captar la totalidad del agua que aflore del suelo.

4.15.2 Cálculo de la altura total de la captación

Para determinar la altura total de la cámara humedad (Ht) se considera los elementos identificados.

Ht = A + B +C + H ≤ altura natural que alcanza el agua.

Donde:

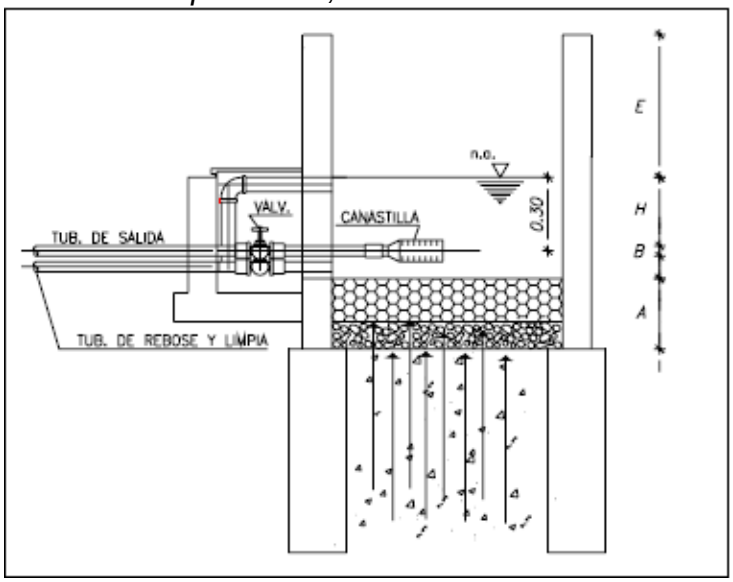
A: altura del filtro (se recomienda 10 cm)

B: Diámetro de la tubería de salida

H: altura de agua sobre la canastilla

E: borde libre

Imagen 3
Diseño de captaciones, altura total de cámara húmeda



Fuente Guía para el diseño y constricción de captación de manantiales OMS

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción.

La carga requerida es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$H = 1.56\frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H = Carga requerida en m.

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s. Se debe considerar la velocidad mínima recomendada para una línea de conducción.

g = Aceleración de la gravedad igual 9,81 m/s^2

Se recomienda una altura mínima de H = 5 cm, sobre la canastilla.

4.15.3 Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos (2) veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc); que el área total de ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor de 6Dc

At= 2 Ac

Donde:

$$Ac = \frac{\pi Dc^2}{4}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

$$N° \ de \ Ranuras = \frac{Area \ total \ de \ la \ ranura}{Area \ de \ ranuras} + 1$$

4.15.4 Tubería de rebose y de limpieza

En la tubería de rebose y de limpieza se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams.

$$D = \frac{0.78Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

Donde:

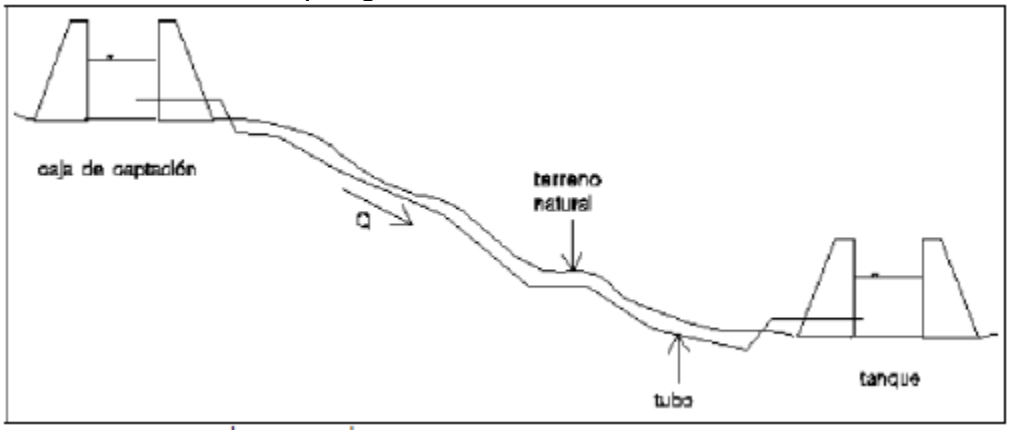
D= diámetro en pulgadas

Q= gasto máximo de la fuente en lps

S= pérdida de carga unitaria en m/m

4.16 Línea de conducción por gravedad

Imagen 4
Línea de conducción por gravedad



Fuente Guía para el diseño y constricción de captación de manantiales OMS

En el diseño de la línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial en 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.

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

En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.

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 m, incorporando en la línea pilas rompe presión donde sea necesario.

Sobre el trazo de la conducción, será necesario obtener un levantamiento topográfico en planimetría y altimetría, marcando las elevaciones del terreno natural en los puntos donde existen cambios importantes de la pendiente del terreno y en los puntos donde cambia el trazo horizontal de la conducción.

La línea de conducción debe estar diseñada para soportar la presión estática más la sobrepresión por golpe de ariete en el caso de cierre rápido de las válvulas.

4.17 Diámetros de tuberías de líneas de conducción y red de distribución

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Definidas las clases de tuberías y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de

dispositivos reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

En todo caso sea en toda la longitud de la línea de conducción o en tramos, la selección de diámetro más conveniente resultará para aquellas combinaciones que aproveche al máximo ese desnivel es decir haciendo: $Hf=\Delta H$.

4.18 Tanque de almacenamiento

4.18.1 Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

4.18.2 Volumen Compensador

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

4.18.3 Volumen de emergencia

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

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

4.18.4 Diseño del tanque sobre el suelo

Tanque sobre el suelo deber tener una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En caso especial se construirán tanques de acero.

4.19 Cloración con CTI-8

El clorador CTI 8 puede tratar un sistema de mini acueducto por gravedad con un caudal entre 2 y 20 galones de agua por minuto (gpm.) Si la demanda de cloro necesaria para tratar el agua es mínima, el clorador puede tratar sistemas con flujos mayores de 20 gpm.

El sistema de agua candidato debe tener una fuente cerrada y un sistema de conducción cerrada. El clorador está diseñado para funcionar en sistemas cerrados, con una cantidad mínima de materia orgánica en el agua. Si hay un sistema de conducción abierta, el agua puede contener cantidades excesivas de materia orgánica que requiere filtración de arena y de piedrín antes de instalar el CTI 8.

El clorador debe ser ubicado donde hay cero presiones de agua (presión piezometrica) en la tubería. Se encuentra la presión piezométrica a cero donde la tubería de conducción llega al tanque de almacenamiento. Si hay una presión más grande que cero donde el clorador está instalado, el agua subirá en el tubo que contiene las pastillas de cloro, sumergiendo varias pastillas, descontrolando la dosis de cloro.

Cada sistema con un clorador instalado debe tener un aparato para medir el cloro. La dosis correcta de cloro se determina midiendo el cloro residual del agua que sale del clorador, y también en uno o dos puntos en la red de distribución. El clorímetro es un aparato barato y sencillo de operar, los resultados que brinda

son confiables, y por lo tanto su uso es recomendado. En Centro América es un requisito que cada clorador instalado está acompañado por un clorímetro. En todas las veintitrés instalaciones, el Comité de Agua Potable de la comunidad sabe cómo monitorear el cloro, y anotar los resultados en un libro que refleja los datos de todas las muestras.

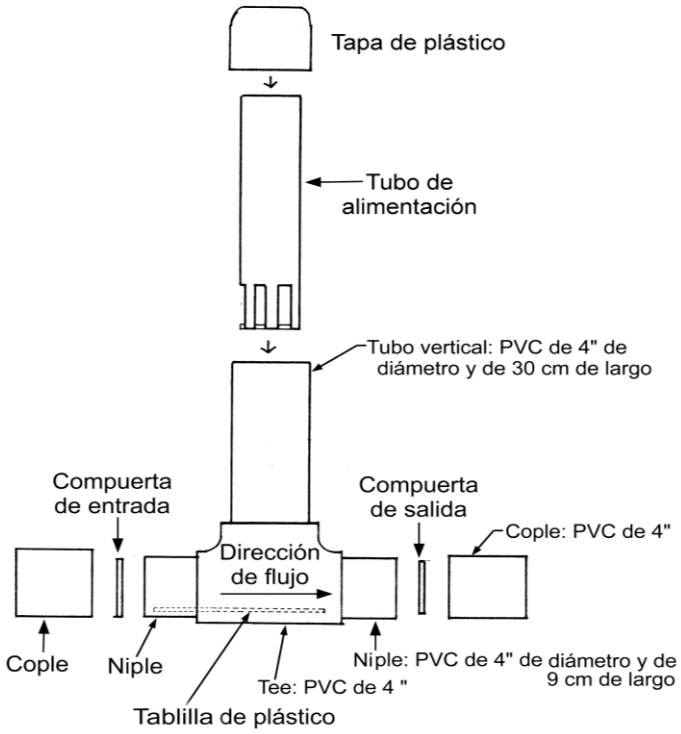
El clorador debe estar ubicado en un lugar cerca de la comunidad por motivos de mantenimiento y monitoreo. CTI recomienda que el clorador sea revisado cada día durante los primeros treinta días, y después de los treinta días una vez a la semana. Aunque el mantenimiento es mínimo, la experiencia nos ha enseñado que este nivel de monitoreo es importante para asegurar un funcionamiento óptimo.

La instalación precisa es un componente importante para que el clorador funcione correctamente. Un técnico calificado o alguien capacitado en la operación y mantenimiento del aparato debe ayudar a la comunidad durante la instalación para asegurar que el CTI 8 sea instalado correctamente.

El cuerpo central del clorador está nivelado horizontalmente y verticalmente, y necesita ser resguardado en un registro de seguridad para protegerlo de animales y daños. El registro que protege el clorador debe dejar acceso a los componentes del CTI 8 para poder trabajar y darle mantenimiento.

Adentro de la tee, se encuentran dos reguladores (compuertas); uno en la parte de entrada, y otro en la parte de salida. El que se encuentra en la parte de entrada está constituido por una ranura de 2 cm de ancho por 8,8 cm de largo, el cual dirige el flujo de agua hacia las pastillas y dos orificios en la parte baja cuya función es disolver cualquier remanente de las pastillas de cloro que se puede encontrar debajo de la tablilla

Imagen 5
Detalle de instalación de clorador manual CTI



Fuente Manual de instalación de cloradores manuales CTI-8

.

4.20 Propuesta de unidades de saneamiento

Se propone la tecnología de saneamiento inodoro ecológico, tecnología que ODESAR ha implementado en al menos 10 comunidades de Matagalpa.

4.21 Elaboración de presupuesto

En este acápite se determinaron las cantidades de materiales tales como tuberías por diámetro, materiales pétreos, válvulas, mano de obra y transporte.

También se realizó investigación de costos para determinar los costos finales de la obra, a fin de verificar su factibilidad económica.

5 Análisis y presentación de resultados

5.1 Conceptualización del proyecto

Este proyecto pretende diseñar un sistema de agua por gravedad para abastecer de agua potable con puestos domiciliares a la comunidad El Horno, comunidad que actualmente se abastece a través de puestos públicos.

También propone una alternativa para la disposición de excretas en la comunidad El Horno del municipio de San Ramón en Matagalpa.

5.2 Análisis socio económico

El análisis socioeconómico de la comunidad El Horno, se realizó a través de una investigación de tipo descriptiva, para ello se realizaron visitas casa a casa en toda la comunidad El Horno.

5.2.1 Demografía

La tabla 2 muestra que en la comunidad El Horno hay 196 viviendas habitadas, 5 centros religiosos, 1 puesto de salud, 12 predios baldíos, 2 escuelas, 1 casa comunal y 1 prescolar. En la comunidad el Horno habitan 932 personas en 200 viviendas, con un índice de hacinamiento de 4.7 personas por vivienda.

Tabla 3
Detalle de infraestructura de la comunidad El Horno

Tipo	cantidad
CASA COMUNAL	1
CASA DE HABITACION	196
CENTRO DE SALUD	1
COMEDOR INFANTIL	1
ESCUELA	2
IGLESIA CATOLICA	1
IGLESIA EVANGELICA	4
PREESCOLAR	1
SOLAR	12
Total general	**219**

Fuente propia, resultado de diagnóstico socioeconómico

.

Tabla 4
Distribución por sexo de la población de la comunidad El Horno

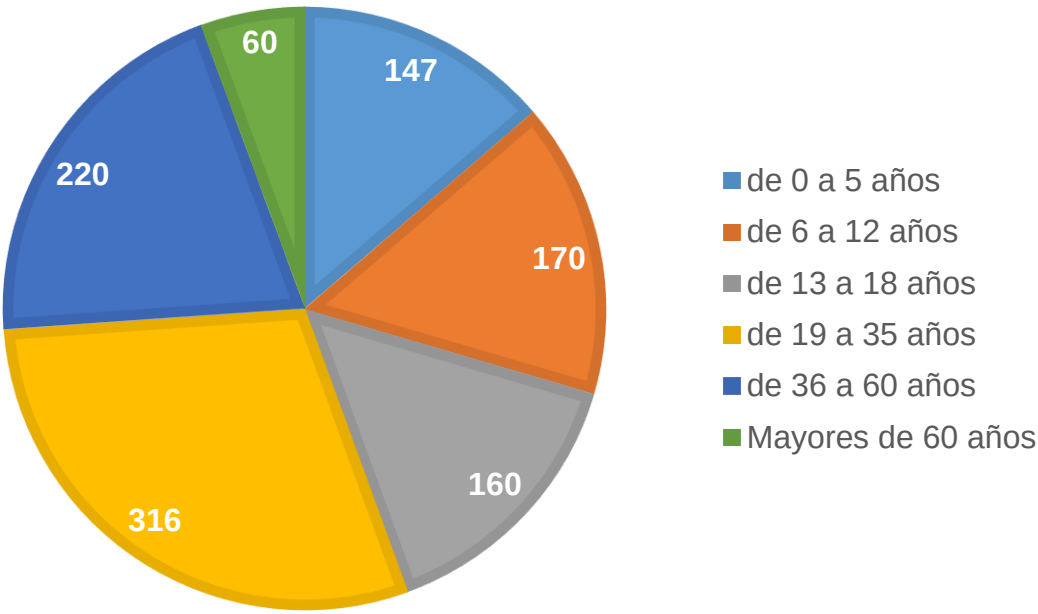
Hombres	Mujeres	Total
465	467	932

Fuente propia, resultado de diagnóstico socioeconómico

Grupo Etario	Cantidad
de 0 a 5 años	130
de 6 a 12 años	154
de 13 a 18 años	139
de 19 a 35 años	267
de 36 a 60 años	189
Mayores de 60 años	53
Totales	**932**

Tabla 5
Distribución etaria de la población de la comunidad El Horno

Gráfico 1
Distribución etaria de la comunidad El Horno



Fuente propia

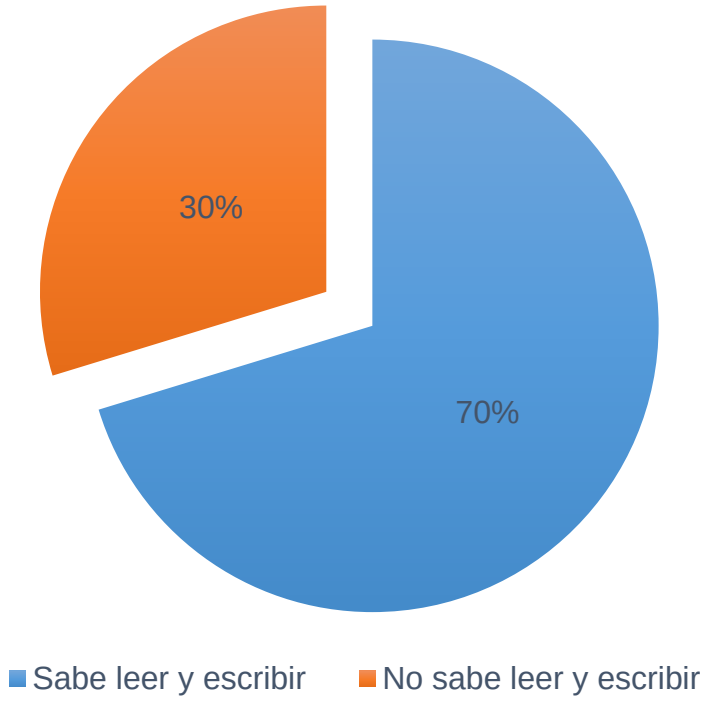
Fuente propia

El gráfico 1 muestra que la población de la comunidad el Horno es relativamente joven con 30% de la población infantil y un 44% de la población Joven a penas 14% de la población es adulta, lo que implica que solo 49% de la población es apta para trabajar y obtener un salario y el 36% es dependiente y se asume que no generan ingresos.

Según los datos mostrados en el gráfico 2 el 30% de la población no sabe leer y escribir, es un porcentaje aceptable 20% de la población aún no está en edad escolar, lo que indica que el 16% de la aún no sabe leer ni escribir.

5.2.2 Educación

Gráfico 2
Escolaridad de la comunidad El Horno



Fuente propia

5.2.3 Acceso al agua

La mayoría se abastece de agua mediante el sistema de agua por gravedad, solo 9 viviendas la obtiene mediante otros medios (también se abastecen del sistema de agua con puestos públicos), vale destacar que debido a que no hay conexiones en los centros públicos como escuelas, iglesias, casas comunales, y CDI.

De las 200 viviendas que se abastecen de tomas públicas, solamente 191 hacen un pago por el servicio de agua potable.

Gráfico 3
Pago por servicio de agua potable

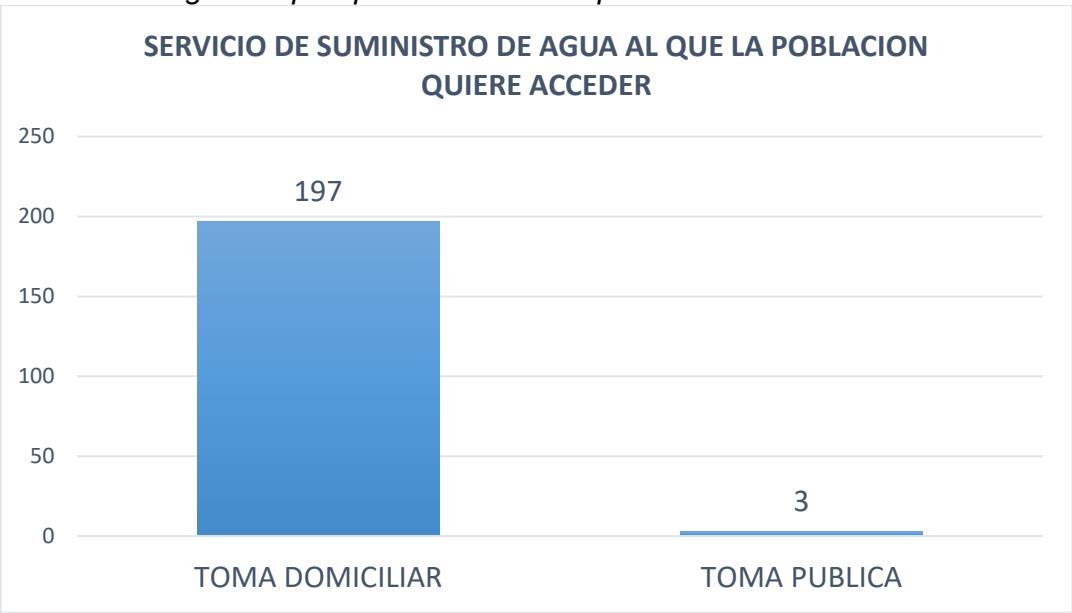
Fuente 1 Fuente propia

EL 89 % de la población aduce que realizan entre 4 y 14 viajes hasta al puesto público, en este ejercicio 68 viviendas invierten entre 10 y 30 minutos al día, 102 viviendas invierten entre 30 y 60 minutos y 30 viviendas aducen que invierten más de una hora en acarrear agua hasta sus hogares. Vale la pena destacar que el servicio de agua por toma pública solo funciona 6 horas al día.

La población encuestada en su mayoría consume entre 14 y 53 galones al día. Un sector de 27 viviendas aduce que como les llega poco el agua lo que llegan a conseguir es entre 4 y 13 galones al día y con esto tienen que solventar las necesidades del hogar y hacer otras actividades domésticas como lavado de ropa yendo a los ríos.

Se le preguntó a las personas si desean continuar con el servicio de agua actual con tomas de agua pública, un 96% de la población opta por tomas domiciliares, vale destacar que en los casos donde el agua carece el hecho de compartir un puesto con otras cinco familias en la mayoría de los casos crea conflictos, además los encuestados alegan que el tiempo de acarreo de agua lo podrían invertir en otras actividades.

Gráfico 4
Servicio de agua al que quiere acceder la población



Fuente propia

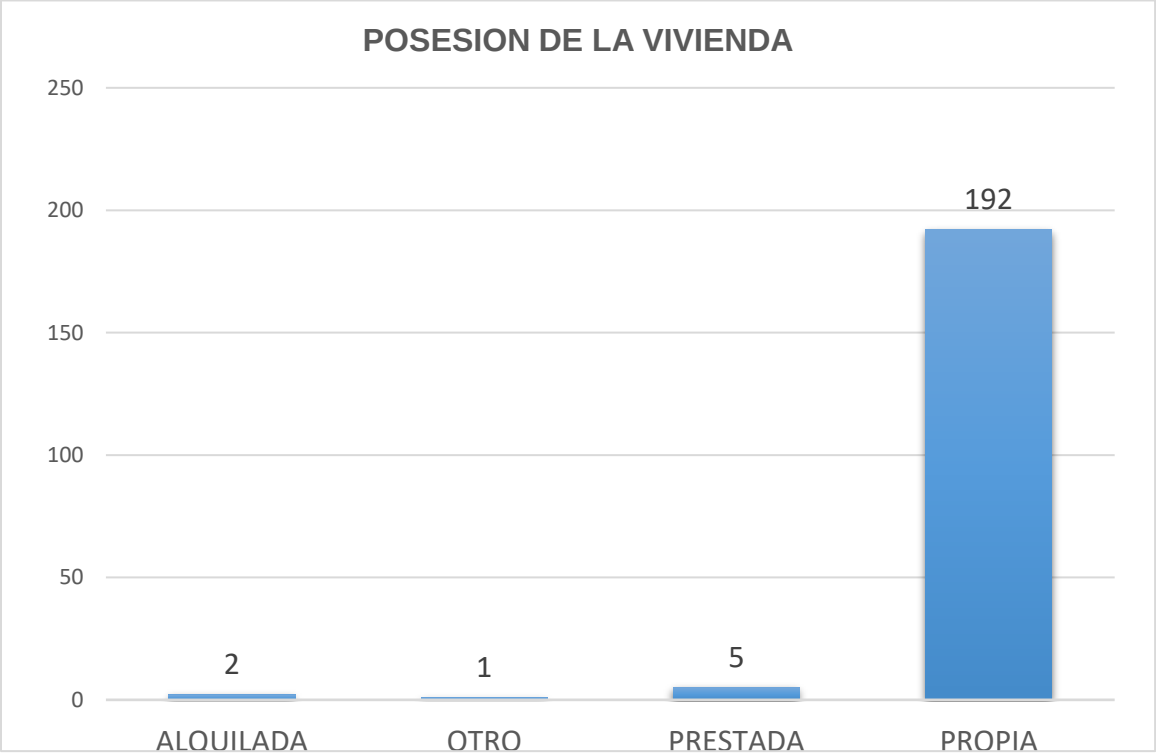
5.2.4 Vivienda

La mayoría de la población de la comunidad el horno es dueño de la vivienda donde reside. Lo que indica estabilidad familiar y beneficio de valor agregado a la población actual mediante el acceso a agua domiciliar.

Las viviendas de la comunidad el Horno en su mayoría están conformadas de la siguiente manera: Piso de tierra con un 72%, con techo de lámina de zinc corrugado, con un 97%, paredes de madera con un 55% y apenas un 32% con

paredes de ladrillo, bloque o piedra cantera. El 73% de las viviendas cuenta con divisiones o tres divisiones. Lo que describe la típica vivienda de mediana clase de las zonas rurales del departamento Matagalpa.

Gráfico 5
Posesión de la vivienda



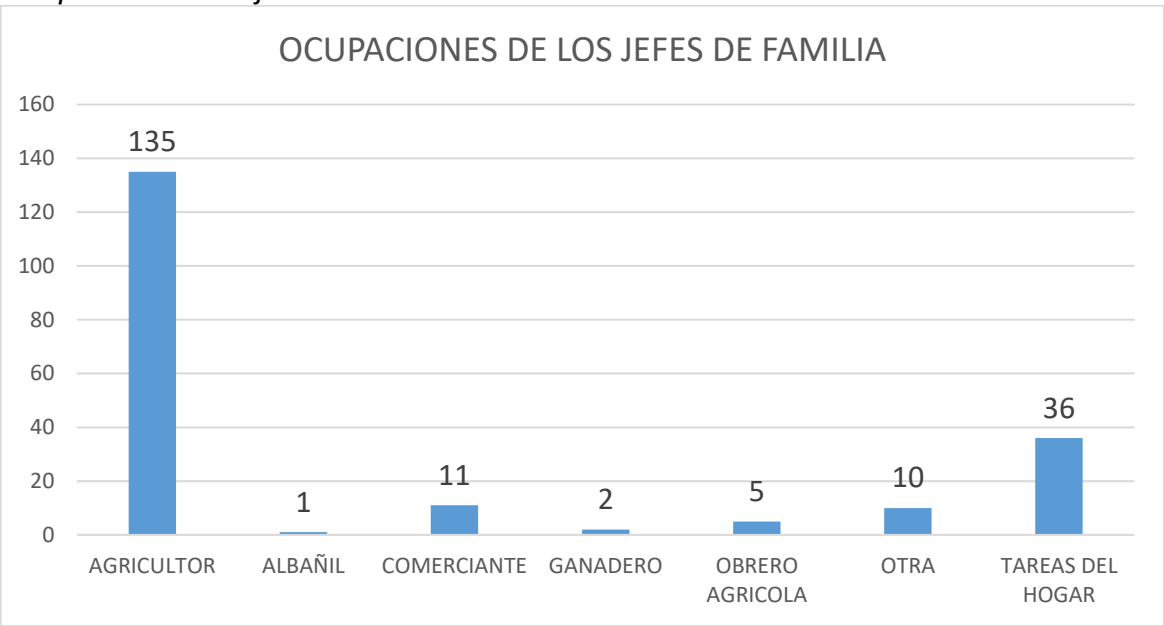
Fuente propia

5.2.5 Economía

La población de la comunidad El Horno se dedica a trabajar como agricultores, esta es una actividad prevaleciente en la zona rural de Matagalpa. 83% son pequeños productores con menos de 2 manzanas, además 91 de los 135 agricultores no son dueños de las tierras que cultivan.

Los ingresos de las familias son los ingresos promedios de las zonas rurales en meses regulares los cuales oscilan entre C$ 2000.00 y C$ 4,000.00

Gráfico 6
Ocupación de los jefes de familia



Fuente propia

5.2.6 Aspectos organizativos

184 de las viviendas encuestadas están dispuestas a organizarse y trabajar para mejorar el proyectos de agua en su comunidad y además aceptan que se mejore la tarifa, y aprueban pagar entre C$ 40.00 y C$ 50.00 por mes.

5.2.7 Saneamiento

Actualmente en la comunidad el Horno 19% de las familias encuestadas manifiestan no tener acceso a unidades de saneamiento.

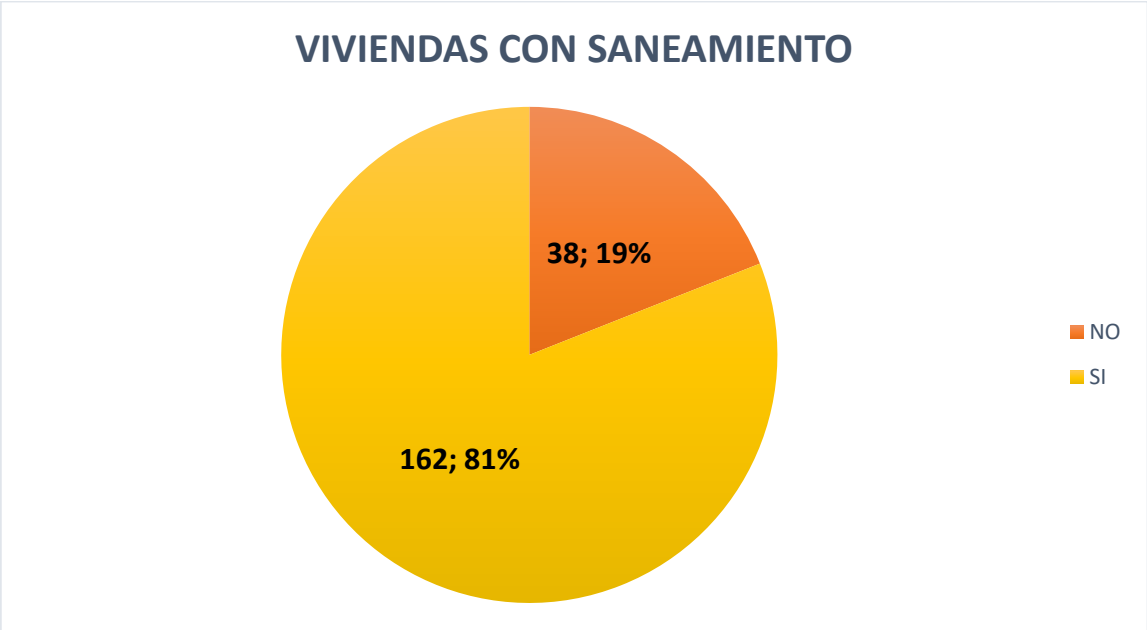
De las 162 viviendas que si tienes unidad de saneamiento 158 poseen letrinas de las cuales 104 son tradicionales y 48 son provisionales. 88 fueron construidas

con recursos propios y 62 fueron financiadas a través de proyectos ejecutados por ONG.

Estas letrinas generalmente se encuentran distanciadas de las casas por al menos de 15 a 50 metros.

De las 162 letrinas existentes en la comunidad solamente 51 se encuentran en perfecto estado, 31 están regulares (con aprovechamiento del algunos materiales como la caceta o el banco, y 80 están completamente malas.

Gráfico 7
Viviendas con saneamiento



Fuente propia

Estas letrinas generalmente se encuentran distanciadas de las casas por al menos de 15 a 50 metros.

De las 162 letrinas existentes en la comunidad solamente 51 se encuentran en perfecto estado, 31 están regulares (con aprovechamiento del algunos materiales como la caceta o el banco, y 80 están completamente malas.

5.3 Tasa de crecimiento

No existen datos de antecedentes de población de la comunidad, por lo tanto se ha tomado en consideración en la proyección de la población, las premisas siguientes

La Guía recomienda que los proyectos se formulen con tasas de crecimiento poblacional entre el 2.5% y el 4%, debiéndose justificar cuando se adopte una tasa que se encuentre fuera de ese rango.

Para el presente proyecto se utilizará una tasa de crecimiento 3%, que se encuentra dentro del rango recomendado por el INAA.

5.4 Cálculo de la población

Para obtener la población de diseño de la Comunidad El Horno se utilizó el método de proyección geométrico.

5.5 Proyección de consumo

El cálculo del consumo de la población se basó en los datos recopilados con anterioridad en cuanto al crecimiento poblacional proyectado y la dotación estipulada en las normas de Acueductos Rurales del país, esta dotación incluye un factor estimado de pérdidas y desperdicio de agua en el sistema, de acuerdo a los niveles de servicio de los proyectos de abastecimiento de agua potable rural, determinando así el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto.

La dotación de la población de acuerdo con las normas del INAA para sistemas de agua potable rural (NTON 09001-99), con un nivel de servicio de conexiones

domiciliares será de 60 litros por persona por día y 15 litros destinados para el saneamiento, para un total de 75 litros por persona por día.

P_o: 932 personas

n: 20 años

Tasa: 3%

$$P_{20} = P_o * (1 + 0.03)^n$$

$$P_{20} = 932 \ * (1 + 0.03)^{20}$$

$$P_{20} = 1684 \ \ personas$$

5.6 Cálculo de caudales de consumo

5.6.1 Consumo promedio diario

$$CPD = P_{20} * (75 \ lppd)$$

$$CPD = 1684 * (75 \ lppd)$$

$$CPD = 126{,}300 \ lppd$$

$$CPD = 1.46 \ lts/seg$$

5.7 Pérdidas

$$Pérdidas = 0.20 * CPD$$

$$Pérdidas = 0.20 * 1.46 \ lts/seg$$

$$Pérdidas = 0.29 \ lts/seg$$

Tabla 6
Proyección de consumo

Factor de crecimiento (1+0.03)^20	Poblacion final	dotacion litros por persona por dia	caudal de consumo proyectado lppd	caudal proyectado el litros por segundo	caudal por perdidas (20%)	Consumo promedio diario
1.000	932	75	69900	0.809	0.162	0.971
1.030	960	75	72000	0.833	0.167	1.000
1.061	989	75	74175	0.859	0.172	1.030
1.093	1019	75	76425	0.885	0.177	1.061
1.126	1049	75	78675	0.911	0.182	1.093
1.159	1081	75	81075	0.938	0.188	1.126
1.194	1113	75	83475	0.966	0.193	1.159
1.230	1147	75	86025	0.996	0.199	1.195
1.267	1181	75	88575	1.025	0.205	1.230
1.305	1217	75	91275	1.056	0.211	1.268
1.344	1253	75	93975	1.088	0.218	1.305
1.384	1291	75	96825	1.121	0.224	1.345
1.426	1329	75	99675	1.154	0.231	1.384
1.469	1369	75	102675	1.188	0.238	1.426
1.513	1410	75	105750	1.224	0.245	1.469
1.558	1453	75	108975	1.261	0.252	1.514
1.605	1496	75	112200	1.299	0.260	1.558
1.653	1541	75	115575	1.338	0.268	1.605
1.702	1587	75	119025	1.378	0.276	1.653
1.754	1635	75	122625	1.419	0.284	1.703
1.806	1684	75	126300	1.462	0.292	1.754

Fuente propia

5.8 Consumo Máximo día

$$CMD = (1.5 * 1.46 \frac{lts}{seg})$$

$$CMD = 2.19\ Lts/seg$$

5.9 Consumo Máxima Hora

$$CMH = (2.5 * 1.46 \frac{lts}{seg}) + 0.20 * 1.46\ lts/seg$$

$$CMH = 3.95\ Lts/seg$$

5.10 Características de la fuente

La fuente de agua “Las Mayrenas” es la fuente que por los últimos años ha estado abasteciendo a la comunidad El Horno, la cual hasta la fecha se abastece de agua potable a través de puestos públicos. Esta fuente es propiedad de la comunidad, y está debidamente inscrita a nombre del CAPS.

5.11 Caudal de la fuente

El caudal de la fuente se realizó en la salida del verano con el método volumétrico, utilizando un recipiente de 20 litros y un cronómetro.

Tiempos tomados

1. 7.95 segundos
2. 8.1 segundos
3. 8.05 segundos

Tiempo promedio = 8.03 segundos

$$Q_{Las\ Mayrena} = \frac{20\ lts}{8.03\ seg}$$

$$Q_{Las\ Mayrena} = 2.49\ lts/seg$$

5.12 Determinación de la capacidad de la fuente

La fuente de agua las Mayrenas (fuente de uso actual por la comunidad el Horno), tiene capacidad suficiente para abastecer la población futura de la comunidad a un periodo de diseño de 20 años.

5.13 Obras de captación

La fuente de agua de “Las Mayrenas” consiste en la captación de un afloramiento de agua superficial que era captado en una única caja y conducido al tanque de almacenamiento. Se logra apreciar que en la misma zona afloraba agua desde tres puntos distintos que no estaban siendo captados previamente y que fueron consideradas para el diseño.

Se construirán tres captaciones diferentes que afloran desde el suelo, y se unirán en una caja de acopio que se dirigirá al tanque de almacenamiento.

Las dos cajas de captación estarán ubicadas a 5 metros de la caja de acopio, con dimensiones de 1.17 x 1.04 x 1.1 metros, construida con mampostería confinada en el terreno natural, con una loza superior de concreto reforzado, con una tapa de seguridad de concreto reforzado con acero #3 @ 10 cm y se conecta a la caja de acopio a través de un tubo de 2”.

La caja de acopio, tendrá dimensiones de 1.30 x 1.82 x 1.9 metros, con muros de concreto ciclópeo con una loza de concreto de 10 cm de espesor, con su respectiva tapa de seguridad, se conectará a las dos captaciones con tubería de 2” y a un filtro con un tubo de 3”, se conectará al tanque de almacenamiento a través de un tubo de 1.5”. Además esta caja de acopio dispondrá de un tubo de limpieza y uno de rebose.

El filtro tendrá una pantalla de 2.84 metros de x 0.60 metros en pantalla y con un espesor de 0.90 metros, se conectará al tanque a través de un tubo de 3” que a su vez colectará agua hasta llegar a la caja de acopio.

5.14 Almacenamiento

La comunidad El Horno cuenta actualmente con un tanque de almacenamiento sobre el suelo con dimensiones libres de 3.86 x 4.05 x 1.60, con un total de 25 $m^{3,}$ la capacidad del tanque actual no cumple con los criterios de diseño establecidos en la norma para acueductos rurales, la cual indica que el caudal del tanque debe ser de al menos 44.15 m^3 según el consumo promedio diario.

Por lo tanto este diseño propone la construcción de un tanque anexo al tanque actual, el cual tendrá una capacidad de 29.14 m^3 construido con muros de concreto ciclópeo.

El tanque nuevo se construirá sobre un costado del tanque existente, usando una de las paredes de 3.86 metros, ambos tanques tendrán la misma altura útil, por lo tanto la capacidad de los dos tanques en conjunto será de 54.14 m^3. El tanque existente será receptor y transmitirá agua al tanque nuevo mediante una tubería de 2” que estará situada a 20 cm del piso del tanque.

El tanque de almacenamiento combinado tendrá una capacidad total de 54.14 m^3 el excedente servirá para compensar el déficit de capacidad de la fuente, tendrá dos respiraderos con tubo hg de 1”, tendrá accesos independientes para la limpieza. Sobre el tanque existente estará situado el sistema de cloración.

5.15 Línea de conducción

La línea de conducción captación Las Mayrena- tanque de almacenamiento, fue diseñada para soportar un caudal de 2.19 litros por segundo, y tiene una longitud de 971.64 metros de tubería PVC.

Según el análisis realizado en el programa EPANET, la tuberia capaz que soporta los criterios de diseño sugerido según norma es la tuberia de 2” de diámetro.

La velocidad en las tuberias será de 1.27 m/seg, y al colocar la pila rompe presión, las presiones no excederán los 70 metros.

Tabla 7
Línea de conducción (datos)

ID de tubería	Nodo inicial	Nodo final	Longitud m	Diámetro mm
1	1	2	58.50	50
2	2	3	23.70	50
3	3	4	30.57	50
4	4	5	55.55	50
5	5	6	27.90	50
6	6	7	62.57	50
7	7	8	18.88	50
8	8	9	54.95	50
9	9	10	38.95	50
10	10	11	234.70	50
11	11	12	203.50	50
12	12	13	140.00	50

Fuente propia

Tabla 8
Línea de conducción (análisis de nodos)

ID de Nodo	Demanda lps	Cotas m	Presión m
1	-2.19	956.00	0
2	0	954.50	10.53
3	0	953.89	12.55
4	0	953.10	24.64
5	0	951.68	38.96
6	0	950.96	36.59
7	0	949.35	40.19
8	0	948.87	38.25
9	0	947.46	35.26
10	0	946.46	35.70
11	0	940.43	61.34
12	0	935.20	65.98
13	2.19	931.60	68.60

2 Fuente propia (análisis hidráulico en EPANET)

Tabla 9
Línea de conducción (tuberías)

ID de tubería	Caudal lps	Velocidad m/s	Pérdidas m/km
1	2.19	1.12	25.69
2	2.19	1.12	25.69
3	2.19	1.12	25.69
4	2.19	1.12	25.69
5	2.19	1.12	25.69
6	2.19	1.12	25.69
7	2.19	1.12	25.69
8	2.19	1.12	25.69
9	2.19	1.12	25.69
10	2.19	1.12	25.69
11	2.19	1.12	25.69
12	2.19	1.12	25.69

Fuente propia (análisis hidráulico en EPANET)

La tubería de conducción Los Mayrenas – Tanque de almacenamiento requiere la instalación de accesorios como codos de 45° en los cambios bruscos de

dirección, vale destacar que este diseño tratará de colocar la mayor cantidad de tuberías y accesorios propios del sistema en terrenos comunitarios. La tubería se dirige desde la fuente Los Mayrena, hacia la carretera principal, al salir a la carretera principal se dirige sobre la misma hasta llegar al tanque de almacenamiento el cual estará ubicado a orillas de la carretera, lugar donde se instalará codo de 90°.

5.16 Red de distribución

Se diseñó la red de distribución para un caudal de 3.95 lps, el cual corresponde al consumo de máxima hora, esta tubería está dispuesta de tal manera que se usen las vías, caminos y trochas comunitarios.

La red de distribución se compone de diversos ramales a los cuales se les designó un caudal proporcional a la población que vive actualmente en los diversos sectores.

Existen 4 tuberías principales que componen la red, la primera red las cuales están sobre la carretera principal con dirección a Matiguás, la cual compone todo es abastecimiento del Horno 1, la segunda red que está situada en el empalme del Horno 1 hacia El Horno 2 hasta la casa comunal del Horno 2, el tercer ramal sale de la escuela del Horno 2, hacia sobre la trocha del iglesia a salir a la carretera hacia Santa Lucia, y el ultimo ramal sale de la casa comunal del Horno 2 hacia la hacienda La Providencia, la cual se acerca mucho a salir a la carretera principal.

El diseño sugiere que el diámetro mayor de tubería fue de 3”, de un diámetro menor causaría pérdidas de presión considerables al punto de impedir el acceso de agua a estos sectores

La red de distribución tiene una longitud total de 9.49 km, da cobertura al 200 viviendas. También se propone el uso de válvulas de pase para la sectorización en puntos específicos todo esto con la finalidad de garantizar operación parcial

del sistema en caso de realizar limpieza o para distribuir el agua en caso de disminución de la capacidad de la fuente.

Tabla 10
Detalle de sistema de agua (ramales)

Ramal	Diámetro (mm)	Suma de Longitud (m)
1	75	2528.21
2	25	554.85
3	25	150.75
4	37.5	867.57
4	25	771.51
5	25	310.18
6	50	931.75
6	37.5	338.07
6	25	296.47
7	25	917.41
8	25	316.40
9	37.5	475.98
9	25	1032.41
Total general		**9491.56**

Fuente propia,
Resultado de análisis del sistema en el programa EPANET

Tabla 11

Análisis hidráulico de Nodos

Ramal	Id Nudo	Demanda LPS	Altura (m)	Presión
1	113	0.08	853.32	20.56
2	202	0.06	853.67	22.62
2	203	0.10	848.32	17.27
2	211	0.20	840.09	14.98
2	214	0.20	839.93	14.73
3	304	0.22	848.45	28.80
4	403	0.08	834.99	32.07
4	405	0.16	825.10	23.23
4	413	0.48	790.22	45.51
5	506	0.40	815.10	13.23
6	605	0.13	836.11	38.97
6	607	0.13	830.88	37.88
6	615	0.05	814.70	41.66
6	620	0.20	811.98	39.74
7	714	0.60	756.15	22.04
8	803	0.20	818.65	26.19
8	808	0.20	811.86	32.75
9	905	0.09	828.18	33.59
9	907	0.09	821.32	28.88
9	917	0.28	808.31	39.11

Fuente propia

Resultado de análisis del sistema en el programa EPANET

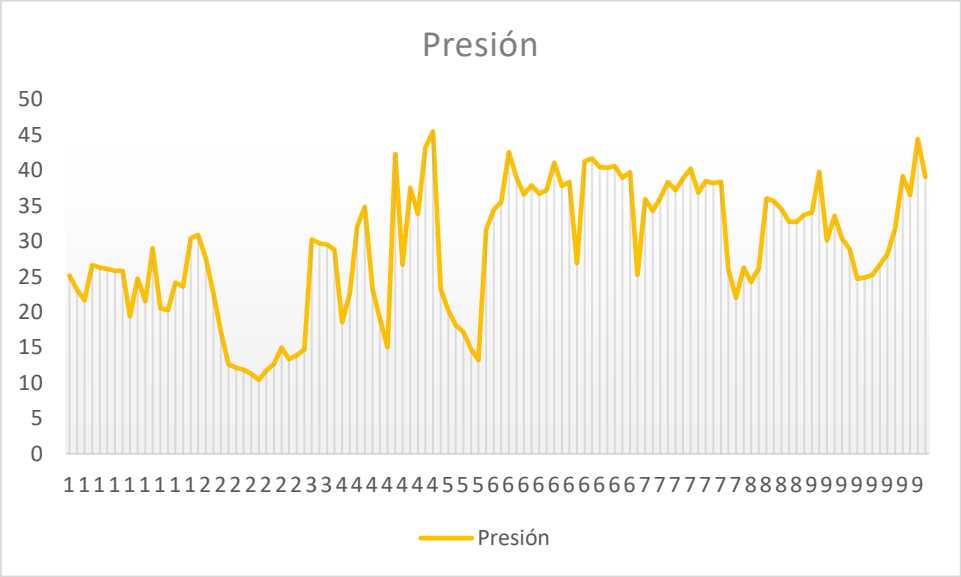
Tabla 12
Análisis hidráulico de tuberías

Ramal	ID Línea	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Caudal LPS
1	100	0.89	10.61	3.95
	102	0.77	7.99	3.39
	114	0.75	7.64	3.31
	116	1.68	55.09	3.31
	117	0.75	7.64	3.31
	118	0.70	6.73	3.09
2	201	1.14	60.14	0.56
	203	1.02	48.76	0.50
	204	0.81	32.25	0.40
	209	0.41	8.93	0.20
3	301	0.45	10.66	0.22
4	401	1.01	30.13	1.12
	404	0.94	26.26	1.04
	406	0.98	45.21	0.48
5	501	0.81	32.25	0.40
6	601	1.00	21.04	1.97
	606	0.94	18.55	1.84
	608	1.13	36.90	1.25
	613	0.95	26.71	1.05
	614	0.92	40.05	0.45
	616	0.81	32.25	0.40
	617	0.41	8.94	0.20
	620	0.41	8.93	0.20
7	701	1.22	68.34	0.60
	714	1.22	68.34	0.60
8	801	0.41	8.93	0.20
	804	0.41	8.94	0.20
	805	0.41	8.93	0.20

Ramal	ID Línea	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Caudal LPS
	808	0.41	8.93	0.20
	901	0.41	5.71	0.46
	906	0.74	27.28	0.37
	917	0.57	16.66	0.28

Fuente propia, resultado análisis hidráulico en el programa EPANET

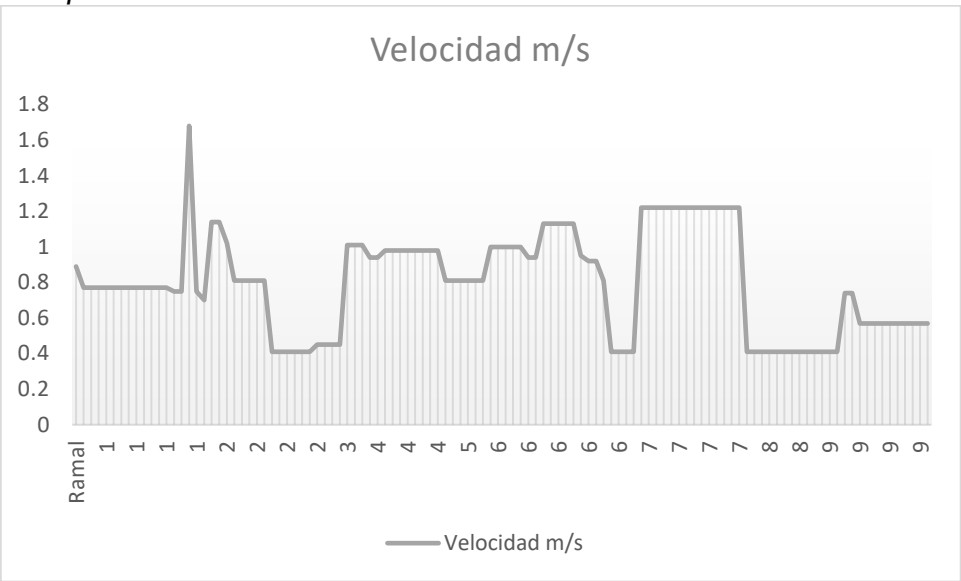
Gráfico 8
Comportamiento de la presión en metros



Fuente propia

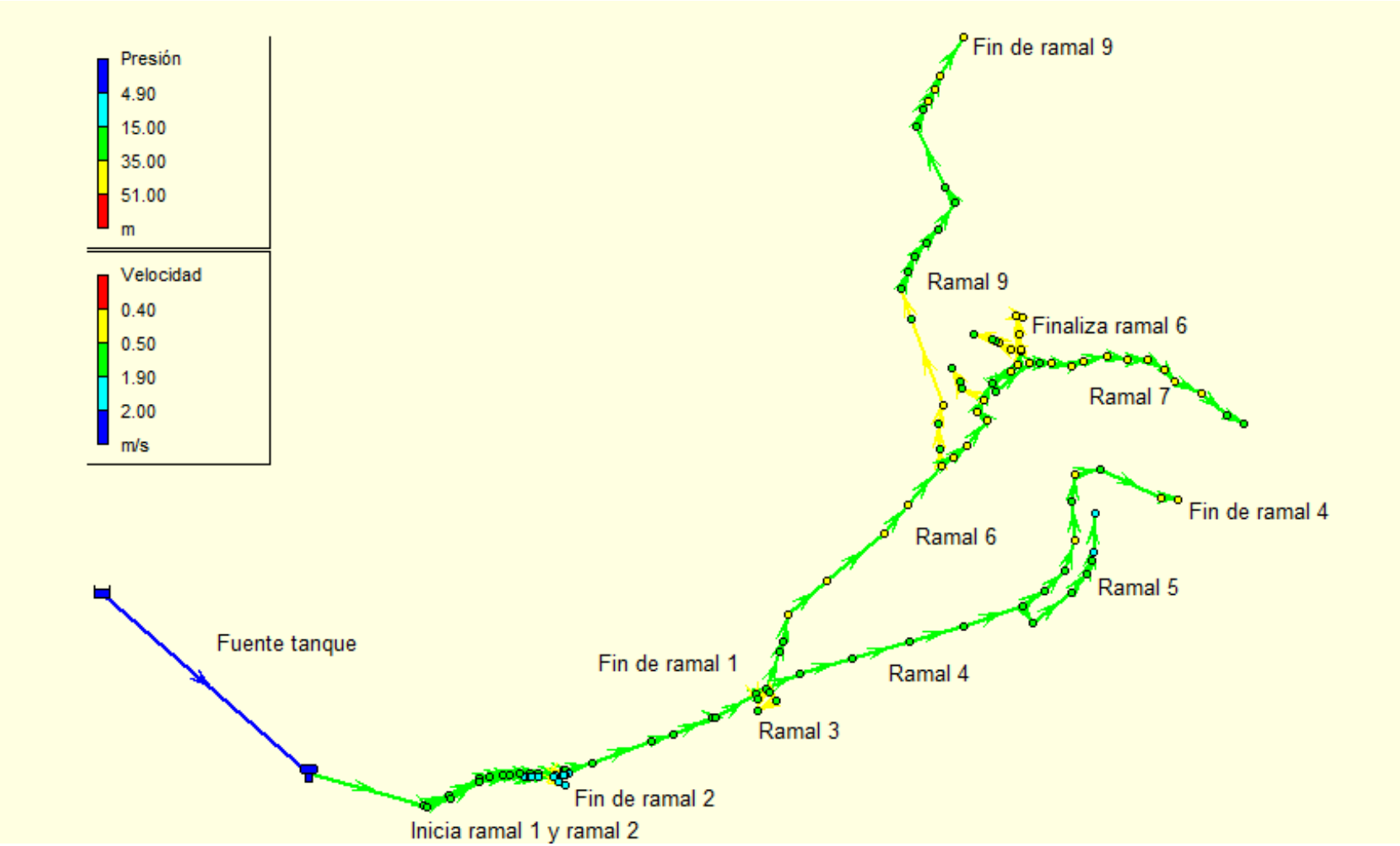
Gráfico 9

Comportamiento de la velocidad



Fuente propia

Imagen 6
Análisis hidráulico del sistema en EPANET

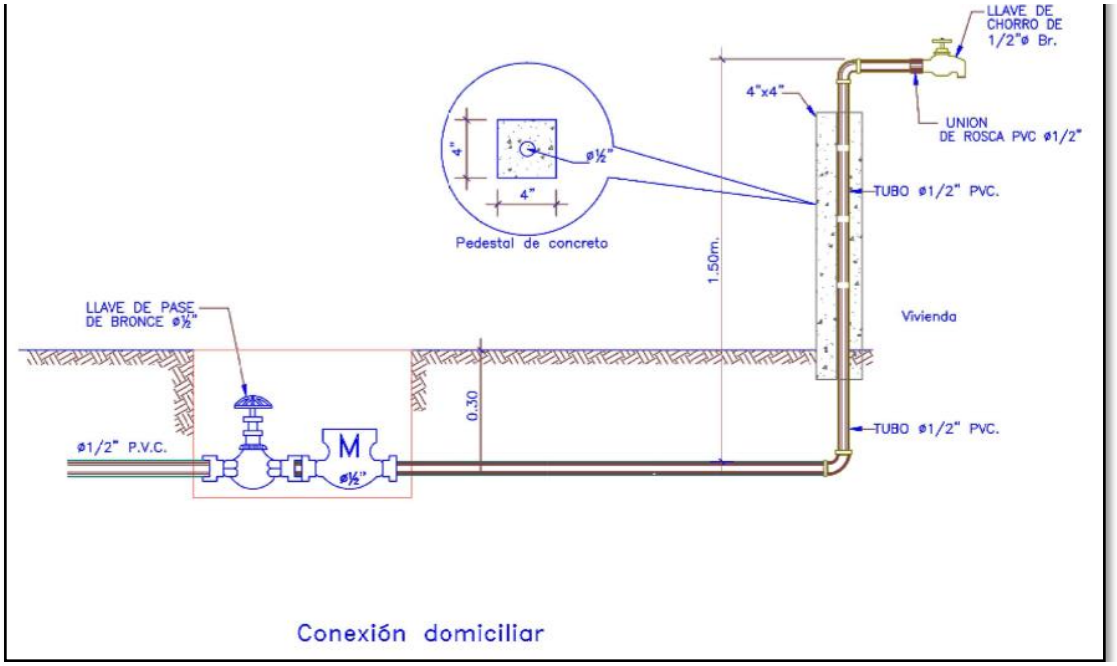


Fuente 3 Propia, Análisis EPANET

5.17 Puestos domiciliares

Los puestos domiciliares consistirán en conexiones de patio, con tubos PVC cédula 26 de ½", seguidamente se instalará un micro medidor con su caja protectora prefabricada de concreto y llave de pase, finalmente se instalara una

Imagen 7
Detalle de instalación de puestos domiciliares



Fuente 4 Dibujo de normas rurales INAA

toma de patio con altura de 1.20 metros desde el nivel del terreno natural.

5.18 Propuesta de saneamiento (inodoros ecológicos)

5.18.1 Descripción

El inodoro ecológico popular es un sistema de tratamiento de las aguas negras muy sencillo, eficaz y de mucha aceptabilidad. Se llama inodoro ecológico para

diferenciarlo de las letrinas tradicionales y diferenciarlo de los inodoros convencionales respecto a su grado de contaminación ambiental y de los mantos acuíferos. Se le llama popular debido a que está dirigido a barrios periféricos y la zona rural.

El inodoro ecológico popular es una combinación de diferentes técnicas de tratamiento de las aguas negras y descontaminación generada por las excretas humanas, a saber:

Sometimiento de los sólidos a un estado de disolución y mineralización (separar por hidrolisis el agua de los minerales contenidos en las bacterias y otros patógenos)

Afectación de los patógenos por el ambiente anaerobio producido al interior del depósito de descomposición, sobre todo para las bacterias aeróbicas, por parte de las bacterias aeróbicas que se forman al interior del depósito de descomposición. Posteriormente las bacterias aeróbicas se comen a las bacterias anaeróbicas que se forman al interior del depósito de descomposición, posteriormente las bacterias anaeróbicas se asfixian cuando salen por el efluente.

Sometimiento del efluente a un proceso de mineralización logrado a través de la evaporación y de la infiltración que se lleva a cabo en la zanja.

Exposición de patógenos restantes a un medio hostil representado por los rayos ultravioleta y por la competencia de las raíces de las plantas que despojan a los agentes patógenos al aire, agua y nutrientes.

El inodoro ecológico popular consta de 3 componentes

Una taza sanitaria de porcelana (sin trampa y sin tanque), con su asiento y tapadera que se instala sobre un pedestal. Protegida por una caceta de madera de pino y zinc liso.

Un depósito de descomposición o tanque séptico donde se inserta un tubo de acarreo y un tubo de drenaje, a diferencia de la fosa séptica convencional este depósito se está desaguando diariamente.

Una zanja de infiltración – evaporación donde se coloca un tubo de drenaje perforado en cuyo lecho se crea una capa de piedrín y arena. La zanja se cubre de tierra y en la superficie aledaña se recomienda sembrar plantitas para conformar área de raíces que complete el proceso de descomposición.

5.18.2 Proceso de tratamiento y descomposición efectuado por el Inodoro ecológico

La descontaminación o depuración de las aguas negras o material fecal y sus efluentes se lleva a cabo a través de varios mecanismos: permanencia de los patógenos en un ambiente anaerobio por varias horas o días, temperatura de 40 grados que existe al interior del depósito o barril, formación de bacterias anaeróbicas formadas al interior del depósito y que se comen a las bacterias aeróbicas, evaporación que padece el efluente al llegar por el dreno a la zanja, infiltración que padece el efluente desde la zanja hacia la profundidad del suelo, sometimiento de los patógenos a los rayos solares, competencia generada por las raíces y por los microorganismos del suelo para disputarle aire, agua y nutrientes a los patógenos.

Asimismo sabemos que la supervivencia de los patógenos es menor en ambientes más agresivos. En aguas que se encuentran en un ambiente hermético es más agresivo para los patógenos que si estuvieran en aguas superficiales o lagunas de oxidación. Una temperatura mayor de 40 grados centígrados (mayor a la temperatura del cuerpo humano que es de 37 grados centígrados), es más agresiva que una temperatura menor. La capa del suelo superficial es muy vulnerable a la exposición a los rayos solares, lo que permite afectar a las bacterias que se encuentran apenas a 40 centímetros de

profundidad, asimismo, este sistema es bastante proclive a la infiltración. En presencia de raíces el ambiente es más agresivo que en ambientes donde no hay raíces, pues tanto las raíces como los patógenos tienen que disputarse los nutrientes que ambas necesitan.

Estos mecanismos afectan más rápidamente a unos patógenos que a otros. Entre los patógenos reconocidos están los siguientes: a) Bacterias (Coliformes fecales, Salmonella, Shigelia), b) Protozoos (Quistes de A. Histolytica), c) Helmintos (Huevos de A. Lumbricoides, Virus entéricos).

En un período de 3 días a temperatura de 40 grados es bastante aceptado para afectar al menos en un 70% a los patógenos, por lo que creemos que un depósito de 680 litros es bastante adecuado para una familia de 6 personas. Este tamaño permite que una familia de cinco miembros que gaste 15 litros de agua por día (menos de dos litros por persona, en caso de defecación solamente), adicionales a la orina, tarde menos de cinco días para llenar el depósito o barril que recomendamos para el Inodoro Popular Ecológico.

En cuanto a la capacidad de absorción de los suelos, debe ser un área de 2.4 metros cuadrados por persona, de tal manera que si hablamos de cinco personas por familia sería suficiente un área de 12 metros cuadrados aproximadamente por familia. Un área de esta dimensión es suficiente para absorber fácilmente 500 litros de líquido por día (dos barriles y medio de 50 galones cada uno).

El sistema del Inodoro Ecológico Popular ofrece los diferentes mecanismos señalados para descomponer y depurar las aguas negras, los que se llevan a cabo en diferentes momentos, tal como se describe a continuación.

En primer, lugar la descomposición se inicia por medio de un proceso llamado hidrólisis o descomposición de los sólidos por medio del agua y la generación subsecuente de un estrato de sedimentación. Este proceso se lleva a cabo al interior del depósito o barril, lo que permite que muchos de los patógenos aerobios se mueran por no resistir durante cierto tiempo el medio anaerobio que existe al interior del depósito; por estar sometidas a temperaturas superiores a

los 40 grados centígrados y al ser comidas las bacterias aeróbicas por otras bacterias de carácter anaerobio que se generan al interior del depósito de descomposición y que luego serán eliminadas al salir fuera del barril.

El proceso de hidrólisis o disolución de sólidos sufridos por las deposiciones permitirá a su vez que los sólidos se licuifiquen, suban por el tubo de drenaje y alcancen fácilmente la superficie de drenaje final. La presencia de papel blanco o higiénico permite además que las moléculas de nitratos que se encuentran en la orina puedan asociarse con las moléculas de carbón contenidas en el papel y mejorar el proceso de descomposición.

El material contaminado se encuentra en suspensión en el medio líquido del depósito, pero sobre todo en el área de sedimentación o medio sólido-acuoso, situado al fondo del depósito o barril. De ahí que para calcular el tiempo de retención del material fecal se tomen en cuenta ambos medios, procurando incluso que el material sedimentado no sea arrastrado inmediatamente hacia la superficie, sino que lo haga por efecto del golpe intermitente que sufre el lodillo cada vez que le cae material del tubo vertical que viene del exterior.

Dicho lodillo o sedimentación va saliendo poco a poco, a medida que las aguas van pasando por el fondo y ascendiendo hacia el tubo de drenaje.

En segundo lugar, la descomposición continúa a través de un proceso de depuración de las aguas negras que se realiza una vez que el efluente salga y se deposite en el lecho de drenaje (zanja de infiltración) de la capa vegetal. El proceso de depuración implica la separación de los componentes orgánicos del agua, cosa que se logra tanto por la evaporación del efluente que se encuentra próximo a la superficie y por la infiltración que se logra a través de la capilaridad del suelo, así como por agresividad infligida por los rayos solares. El hecho de que el recorrido del efluente se haga en la superficie, es una ventaja, no solamente frente a las letrinas tradicionales, sino respecto a las fosas y tanques sépticos convencionales, ya que los efluentes que se depositan en la zanja de infiltración quedan sometidos a los rayos ultravioletas, es decir, a un medio más hostil para las bacterias. Otra ventaja de la zanja de infiltración con respecto a la

fosa o al tanque séptico convencional es que se aprovecha mayor espacio de infiltración, desde la superficie hacia el interior del suelo.

Finalmente, obtenemos y aumentamos el nivel de descomposición o depuración cuando el efluente llega al área de raíces de las plantas que se encuentran por encima del tubo de drenaje, enterrado muy cerca de la superficie del suelo. Este proceso disminuye el tiempo de supervivencia de los patógenos, debido a la competencia por aire, agua y nutrientes, que se lleva a cabo entre las raíces de las plantas y las bacterias o resto de los patógenos.

5.18.3 Proceso constructivo

Selección del terreno y excavación: Se procura seleccionar un terreno sin mucha pendiente, no propensa a inundaciones, con dimensiones de al menos 7 metros de largo por 2 de ancho. Se traza el terreno para realizar dos excavaciones. La cámara de sedimentación: con dimensiones de 1.00 m ancho X 1.00 m de largo X 1. 30 m. de fondo. La Fosa de filtro con dimensiones de 0.50 m ancho X 3 m de largo X 1 m de fondo.

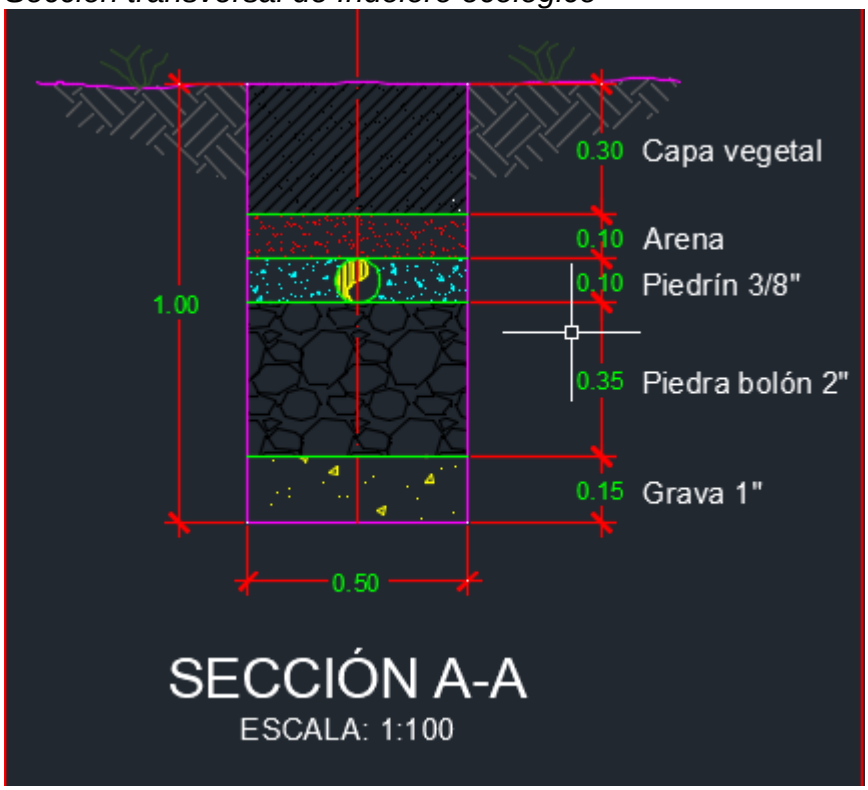
Construcción de cámara de sedimentación: Se construirá una recámara de 1 m X 1 m X 1.28 m con ladrillo cuarterón repellada y afinada por dentro con una losa de 10 cm en el fondo y una espera para tubo sanitaria de 3” a 10 cm de la parte superior. Y una espera de salida a 20 cm de la parte superior.

La recámara se conecta al interfaz de usuario a través de un tubo sanitario de 3” con una pendiente no menor al 1%. Encima se colocará una tapa construida de concreto reforzado y con un tubo de ventilación de 2”. Se conecta al filtro a través de un tubo sanitario de 3” con inclinación del 1%.

El tubo de entrada y el tubo de salida difieren en diez cm en la cota de entrada y cota de salida, ambos poseen un codo en dirección al fondo de la fosa, con los mismos diez cm en las cotas.

Filtro: La fosa para filtro se rellenará con piedra bolón con diámetro no mayor de 15 cm cuidadosamente acomodado a fin de evitar al máximo los espacios vacíos. El tubo proveniente del filtro con longitud de 3 metros con tapón al final, no deberá tener inclinación y se realizarán perforaciones cada 10 cm en 3 líneas dibujadas sobre el tubo con un diámetro de ½”. Que deberán colocarse con vista hacia arriba.

Imagen 8
Sección transversal de Indoloro ecológico

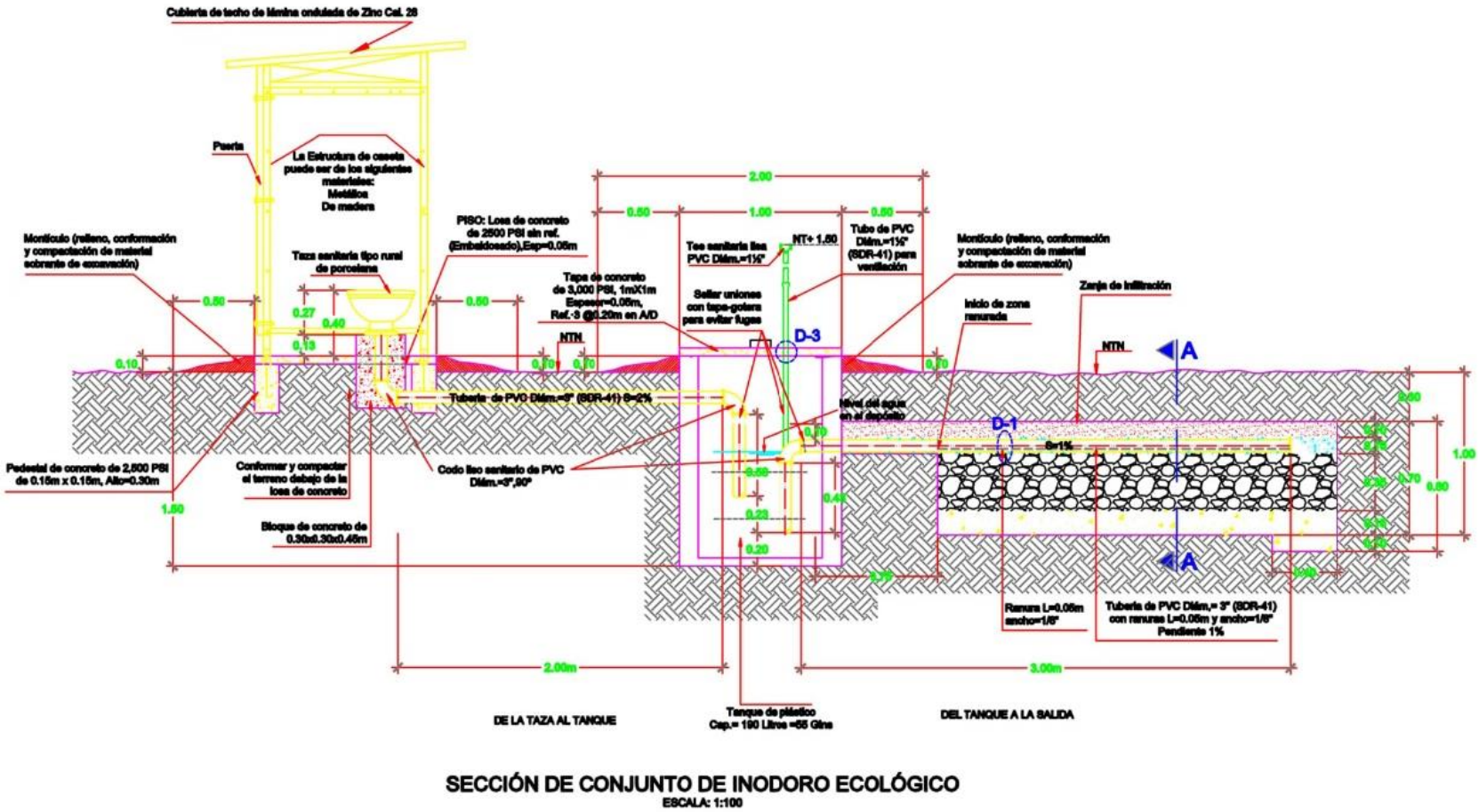


Archivos FISE 2010

Interfaz de Usuario: La interfaz es una taza rural materia de porcelana con su tapa y con descarga directa con que descansará sobre un pedestal de concreto. Con descarga hacia la cámara de sedimentación con tubería de 3” con una pendiente no menor del 3% todo esto sobre un losa de concreto de 5 cm.

Caceta: Se construirá una caceta de 1.20 m X 0.90 m X 2 m con estructura de madera de pino de 2”x 2” y reglas de 3” x 1” con forro de zinc liso calibre 28 STD, el techo de zinc corrugado calibre 28 STD.

Imagen *9*
Esquema de inodoro ecológico



SECCIÓN DE CONJUNTO DE INODORO ECOLÓGICO
ESCALA: 1:100

Fuente 5 Archivo FISE 2010

5.19 Presupuesto

5.20 Sistema de agua potable

Tabla 13
Presupuesto costos directos de sistema de agua potable

Etapa	Costo
Captación	48766
Construcción de anexo a tanque de almacenamiento	C$105,132.00
Línea de conducción	C$148,760.00
Preliminares	C$51,126.00
Puestos domiciliares	C$517,080.00
Red de distribución	C$977,730.42
rehabilitación de tanque de almacenamiento	C$40,687.00
Total general	**C$1,889,281.42**

Fuente propia

Tabla 14
Presupuesto total sistema de agua potable

Costo total Directo	**C$1,889,281.42**
Costo total indirecto (10 %)	C$188,928.14
Sub total	**C$2,078,209.56**
Transporte (20%)	C$415,641.91
Administración (12%)	C$249,385.15
Utilidades (15%)	C$311,731.43
Sub total	**C$3,054,968.06**
IVA (15%)	C$458,245.21
IM (1%)	C$30,549.68
Total	**C$3,543,762.95**

Fuente propia

Presupuesto a detalle en anexos.

5.21 Saneamiento

Tabla 15
Presupuesto de unidad de saneamiento

No	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario C$	Costo total C$
1	Arena de río	m^3	1.15	400.00	460.00
2	Ladrillo cuarterón de 0.3x0.15x0.07	Unidad	250.00	6.00	1500.00
3	Piedra bolón de 2a3" diámetro	m^3	3.50	350.00	1225.00
4	Piedrín	m^3	0.48	630.00	302.40
5	Alambre de amarre	libra	1.00	18.00	18.00
6	Cedazo de fibra de vidrio para mosquito	Yarda	0.20	18.00	3.60
7	Cemento canal	Bolsas	5.00	320.00	1600.00
8	Clavo corriente de 1"	Libra	0.50	20.00	10.00
9	Clavo entorchado para techos 2½"	Libra	0.25	20.00	5.00
10	Clavos corriente de 2½"	Libra	0.50	20.00	10.00
11	Clavos corriente de 2"	libra	0.50	20.00	10.00
12	Clavo corriente de 4"	Libra	1.00	20.00	20.00
13	Clavos corriente de 3"	Libra	0.50	20.00	10.00
14	Codo pvc de 3" x 45° sanitario	Unidad	1.00	44.00	44.00
15	Codos pvc de 1/2" x 90 grados	Unidad	2.00	4.00	8.00
16	Codos sanitarios de 3", en 90°	Unidad	4.00	34.00	136.00
17	Grapas grande	Libra	0.25	20.00	5.00
18	Hierro de 3/8"	Varilla	5.00	72.00	360.00
19	Pasador plano de 4"	Unidad	2.00	30.00	60.00
20	Pegamento pvc/Tubo chiquito 25gramos	Tubo	1.00	28.00	28.00
21	Plástico negro grueso	Yarda	2.00	26.00	52.00

No	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario C$	Costo total C$
22	Asiento para inodoro - taza rural	Unidad	1.00	155.00	155.00
23	Tapón pvc liso de 3" sanitario	Unidad	1.00	19.00	19.00
24	Taza porcelana con descarga hacia abajo	Unidad	1.00	808.00	808.00
25	Tee sanitaria PVC de 2"	Unidad	1.00	20.00	20.00
26	Tubo pvc de 1/2"	unidad	0.25	70.00	17.50
27	Tubo PVC SDR 41 de 2"	unidad	0.50	224.00	112.00
28	Tubo sanitario de 3", cedula 41	Tubo	1.00	544.00	544.00
29	Unión pvc sanitaria de 3"	Unidad	1.00	50.00	50.00
30	Bisagras de 4"	PAR	1.00	29.00	29.00
31	Zinc corrugado de 8 pies, calibre 28 estándar	Lámina	0.75	245.00	183.75
32	Zinc liso de 3 pies * 6 pies, calibre 28 estándar	Lámina	4.00	145.00	580.00
33	Madera de 1x3x5 varas	Unidad	3.00	90.00	270.00
34	Madera de 2x2x5varas	Unidad	4.00	118.00	472.00
35	Mano de obra + Excavación	paga	1.00	2550.00	2550.00
36	Transporte	viaje	1.00	2500.00	2500.00
		TOTAL			**C$ 14,177.25**

Fuente propia

Tabla 16

Presupuesto completo de unidades de saneamiento

Costo total Directo	**C$1,672,915.50**
Costo total indirecto (10 %)	C$167,291.55
Sub total	**C$1,840,207.05**
Administración (12%)	C$220,824.85
Utilidades (15%)	C$276,031.06
Sub total	**C$2,337,062.96**
IVA (15%)	C$350,559.44
IM (1%)	C$23,370.63
Total	**C$2,7103,993.03**

Fuente propia

Conclusiones

El estudio socioeconómico muestra que la comunidad El Horno es relativamente pobre con 932 personas viviendo en 200 viviendas, sin embargo es una comunidad que cuenta con todos los servicios básicos, infraestructura vial, puestos de salud y dos centros escolares, su economía se basa principalmente en la agricultura. La población está dispuesta a pagar una tarifa de operación y mantenimiento del sistema de agua potable entre C$ 40.00 y C$ 50.00. También la población está dispuesta a organizarse y apoyar en todo lo necesario para la construcción del sistema.

La topografía muestra que la comunidad presenta todas las condiciones para proceder a la construcción del proyecto con acceso al 100% de las viviendas y centros públicos. La ubicación del tanque actual es ideal para construir el sistema.

El aforo de la fuente garantiza un caudal suficiente para el consumo promedio diario al final del periodo de diseño.

Según datos arrojados por el programa EPANET, se escogió el diámetro más económico, por lo tanto se iniciará con un diámetro de tubería de 3” con tubería pvc SDR 26, con tramos de 2” 1.5” y 1”.

Debido a la presencia de fuentes superficiales con cotas superiores a la comunidad, de la cual se abastece actualmente el sistema con tomas públicas, y la inconformidad de los usuarios con el sistema de abastecimiento actual, se recomienda construir un sistema de agua por gravedad, con puestos domiciliares utilizando y rehabilitando la infraestructura actual en captaciones y tanque de almacenamiento.

Se propone utilizar el inodoro ecológico, para atender las necesidades en el sistema de eliminación de excretas de la comunidad El Horno y contribuir de esta manera a mejorar sus condiciones higiénicas sanitarias. El cual tiene un costo C$ 14,177.25.

Los planos constructivos elaborados, detallan paso a paso las obras a construirse con el fin de que estas cumplan hasta el final del periodo de diseño (20 años).

El presupuesto total del proyecto es de C$3, 543,762.95 (Tres Millones quinientos cuarenta y tres mil setecientos sesenta y dos córdobas con 95/100). A una tasa de cambio actual sobre el dólar americano de 32.5 por uno.

Recomendaciones.

1. Capacitar a un comité de agua potable y saneamiento, para administrar correctamente el sistema y garantizar su funcionamiento.
2. Capacitar a personas en la comunidad para operar y dar mantenimiento adecuado del sistema de agua potable.
3. Garantizar y mantener una tarifa justa que permita la operación del sistema de agua potable.
4. Usar micro medidores para garantizar un servicio justo y equitativo para todos los pobladores.
5. Capacitar a todos los beneficiados con unidades de saneamiento para la operación y manejo de sus inodoros ecológicos.
6. Realizar un plan para el manejo y conservación de la fuente de agua.

Bibliografía

1 - Archivos de la Alcaldía Municipal de San Ramón

2 - Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003-99). Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA).

3 –Normativas de saneamiento básico rural (NTON 09002-99). Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA).

4 - Archivos de la Organización para el Desarrollo económico y social para el área urbana y Rural ODESAR

5 - http://www.siasar.org

6 Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento (documento elaborado por EAWAG, alianza por el agua y la cooperación suiza para el desarrollo en américa central.

7 Especificaciones técnicas para la construcción de letrinas de procesos secos de la organización panamericana de la salud.

8 Guía para el diseño y construcción de captaciones y manantiales.

9 Núñez Soto, Orlando Inodoro ecológico popular/ Orlando Núñez Soto. -- 1a ed. -- Managua : CIPRES, 2010

Anexo I

Tabla topográfica

Anexo II

Presupuesto

Anexo III

Planos