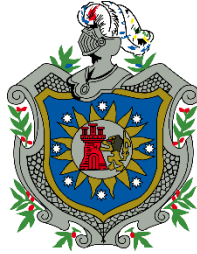


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

FAREM MATAGALPA



Monografía

**DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD EL HORNO,
MUNICIPIO DE SAN RAMÓN, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA.**

Para optar al título de técnico superior en ingeniería civil con mención en
topografía

Elaborado por:

Br. Carlos Benjamín Centeno Rodríguez

Tutor

Dr. Francisco Chavarría

Matagalpa, Junio 2019

OPINIÓN DEL TUTOR

Por este medio, en mi calidad de Tutor me permito emitir valoración sobre el trabajo de tesis para optar al título de Técnico Superior en Ingeniería Civil con mención en Topografía por parte de CARLOS BENJAMIN CENTENO RODRIGUEZ, con el título “Diseño del sistema de saneamiento en la comunidad el Horno, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa”.

A mi buen juicio, el trabajo llevado a cabo por CENTENO RODRIGUEZ cumple con lo estipulado por la UNAN Managua en el Reglamento de Régimen Académico. Existe coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

El trabajo realizado por Centeno Rodríguez, constituye un valioso aporte a la para un adecuado saneamiento ambiental, pero a la vez a reducir el gasto público en la construcción de letrinas y la atención a la salud debido a problemas derivados del fecalismo al aire.

Animo a Carlos Benjamín a continuar fortaleciendo su formación profesional para que siga contribuyendo al desarrollo sostenible de nuestra patria.

:

PhD. Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor

Resumen

El presente documento describe el Diseño del sistema de saneamiento en la comunidad El Horno, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa. El diseño está basado en la propuesta para la tecnología de saneamiento rural Inodoro ecológico popular de Orlando Núñez Soto.

El estudio socioeconómico realizado a través de un censo casa a casa, arrojó que en la comunidad viven 932 personas en 200 viviendas. Con 118 viviendas que demandan unidades de saneamiento.

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\$ 16, 491.50 (dieciséis mil cuatrocientos noventa y un córdobas con 50/100).

El costo total para atender el 100% de la demanda de las necesidades de saneamiento de la comunidad El Horno para un total de 118 familias. Será de 3,153,527.06 (tres millones ciento cincuenta y tres mil quinientos veintisiete córdobas con 6/100)

Índice

1	Generalidades.....	4
1.1	Introducción.....	4
1.2	Antecedentes	5
1.3	Justificación.....	6
1.4	Objetivos	7
2	Información general del área de estudio.....	8
2.1	Datos generales del municipio	8
2.2	Caracterización del municipio.....	9
2.3	Caracterización de la comunidad	13
3	Marco teórico	15
3.1	Conceptos básicos de saneamiento.....	15
3.2	Sistema con arrastre hidráulico	17
3.3	Proceso de tratamiento y descontaminación.....	18
3.4	Ventajas del uso de inodoro ecológico	18
4	Diseño metodológico	19
4.1	Recopilación de datos	19
4.2	Evaluación socioeconómica y censo poblacional.....	19
4.3	Propuesta de unidades de saneamiento	20
4.4	Elaboración de presupuesto.....	23
5	Análisis y presentación de resultados.....	23
5.1	Conceptualización del proyecto.....	23
5.2	Análisis socio económico	23
5.3	Propuesta de saneamiento (inodoros ecológicos).....	30

5.4 Presupuesto	36
Conclusiones	38
Recomendaciones.....	39
Bibliografía	40

Índice de imágenes

Imagen 1 Mapa de macro localización de la comunidad El Horno	¡Error! Marcador no definido.
Imagen 2 Mapa de micro localización de la comunidad El Horno	14
Imagen 3 Sección transversal de filtro de indoloro ecológico.....	35
Imagen 4 Esquema de inodoro ecológico	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 1 Detalle de infraestructura de la comunidad El Horno	24
Tabla 2 Distribución por sexo de la población de la comunidad El Horno	24
Tabla 3 Distribución etaria de la población de la comunidad El Horno.....	24
Tabla 4 presupuesto de una unidad de saneamiento.....	36
Tabla 5 Costo total del proyecto, saneamiento de la comunidad El Horno	37

Índice de gráficos

Gráfico 1	22
Gráfico 2.....	25
Gráfico 3.....	26
Gráfico 4.....	27
Gráfico 5.....	28
Gráfico 6.....	29

1 Generalidades

1.1 Introducción

Una de las problemáticas higiénico-sanitarias más sentidas en el sector rural y en los barrios urbanos marginales, es la contaminación causada por las aguas negras provenientes de las deposiciones humanas. En el caso de la contaminación por excretas humanas (heces, orines y agua contaminada), por ejemplo, la población nicaragüense deposita anualmente alrededor de dos millones de toneladas de deposiciones humanas en la tierra, el subsuelo y cuerpos de agua, convirtiéndose dichos desechos en fuente de contaminación e insalubridad. (Soto, 2010)

En las comunidades rurales de Nicaragua, es común el uso de letrinas tradicionales. Lo que hasta hace poco tiempo consideramos una solución para la disposición de excretas, se convirtió en un problema más, principalmente el efecto contaminante en el manto acuífero, y el ciclo demandante de la población a las municipalidades. Una letrina para una familia de 6 personas, tiene un uso útil aproximado de 3 a 5 años. Implica que una familia beneficiada en un proyecto de letrinas demandará una nueva en 3 o 5 años más. Vale destacar que el costo de este supuesto saneamiento, ha sido asumido en su mayoría por el estado y ONG's¹.

La introducción de tecnologías amigables con la salud y el medio ambiente, así como el entrenamiento en hábitos higiénico-sanitarios puede mejorar significativamente la calidad de vida de las familias rurales, proteger la ecología nacional, disminuir el costo cíclico para cubrir la demanda en saneamiento y en particular cuidar uno de los recursos más preciados para la vida, como es el agua.

Nuestra propuesta de sustituir las tradicionales letrinas apunta a resolver esta problemática con técnicas sencillas, empíricamente probadas y a costos relativamente bajos.

¹ Organismos no gubernamentales

1.2 Antecedentes

Hoy en día, particularmente en la zona rural, existe defecación al aire libre. Las excretas al aire libre ponen en contacto a la gente con los materiales orgánicos, ya sea directamente, por medio del agua que se usa para tomar o a través de moscas y otros insectos que luego se posan en los alimentos humanos y en los recipientes que contienen el agua para tomar.

De cierto tiempo para acá y frente a la costumbre de defecar sobre el suelo, se ha antepuesto como solución, la letrina o foso vertical de dos a cinco metros, donde se almacenan las excretas o excrementos humanos (heces y orina). Estas letrinas son promovidas por las autoridades municipales y se presentan como símbolo o indicador del progreso comunitario.

Posteriormente ONG´s introdujeron una alternativa para el saneamiento, llamadas letrinas aboneras o letrinas secas de doble fosa. Las cuales tenían como fin, un uso más duradero y con efecto menos contaminante, pero la población no las acepto debido a que requieren un mantenimiento permanente que implica la remoción de los desechos con una vara.

En el 2010 el FISE² valido la tecnología Inodoro ecológico popular del ingeniero Orlando Núñez Soto. Y lo implemento en proyectos de saneamiento en el sector rural de Nicaragua, el cual tuvo problemas con su funcionamiento debido a que no se capacitó debidamente a la población en su uso y mantenimiento.

ODESAR³, adoptó en 2013 esta tecnología de saneamiento sustituyendo el barril plástico por una fosa de ladrillo cuarterón y ampliándola hasta cuatro veces su dimensión con capacidad para mil litros. Esta tecnología ha sido implementada por

² Fondo de Inversión Social de Emergencia de Nicaragua

³ Organismo para el Desarrollo Económico y Social para el área Urbana y Rural, Matagalpa, Nicaragua

ODESAR en comunidades de los municipios de Muy Muy, Esquipulas, San Ramón, San Dionisio y Matagalpa.

1.3 Justificación

En Nicaragua aún existe la defecación al aire libre, miles de familias principalmente de la zona rural del país depositan sus excretas al aire libre, exponiéndose a sí mismos a enfermedades gastrointestinales y enfermedades de la piel.

La construcción de letrinas, no ha sido una solución viable, principalmente por la contaminación de los cuerpos de agua superficiales, se convierte en un foco de enfermedades y que es un indicador económico que separa grandemente el sector urbano del sector rural.

El Estado año con año ha invertido muchos recursos en la construcción de letrinas tradicionales, en el año 2011 la municipalidad de San Dionisio construyó 300 letrinas con un costo de C\$ 12,000.00 (doce mil córdobas), a una tipo de cambio oficial de 23.25 córdobas por dólar⁴. Lo que significó una inversión para esta municipalidad de 154,838.7 (ciento cincuenta y cuatro mil ochocientos treinta y ocho dólares americanos), En el año 2013 se construyeron 250 unidades y en el año 2014 se construyeron 200 unidades más. Lo que nos lleva a la reflexión; ¿Cuánto invierte anualmente el estado en eliminación de excretas? Si San Dionisio es uno de los municipios más pequeños de Nicaragua. Hablaríamos de 23.7 millones de dólares en construcción de letrinas. Y si a esto le añadimos que la población rural aún no asume el costo de saneamiento y que cada vez que se llena su letrina, demanda al estado una nueva. Estaríamos hablando de una tarea cíclica y sin fin para El Estado.

El inodoro ecológico propone una alternativa para el saneamiento en el sector rural, con un aspecto atractivo que dignifica a las familias, que reduce grandemente su efecto contaminante debido a su proceso de descomposición de los desechos, que puede ser instalado dentro de la vivienda, ya que por su trampa hidráulica en la

⁴ Tipo de cambio tomado del registro del Banco central de Nicaragua.

fosa, no produce malos olores, y tampoco demanda mucho uso del agua para se descarga ya que no necesita un sifón y su descarga es directa, además tiene un costo relativamente bajo y lo más importante es que su fosa nunca se llena, esto debido a que su proceso es cíclico y solo necesita mantenimiento y limpieza del filtro cada dos años.

ODESAR ha trabajado con esta tecnología de saneamiento en al menos 10 comunidades de Matagalpa en los últimos 4 años, la cual funciona perfectamente cuando se usa adecuadamente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

1. Proponer una alternativa para la disposición de excretas en la comunidad el Horno del Municipio San Ramón en el departamento Matagalpa.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la comunidad El Horno, Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa.
2. Diseñar el sistema de saneamiento de la comunidad El Horno.
3. Elaborar el presupuesto del proyecto para una unidad de saneamiento y para la demanda total de saneamiento de la comunidad El Horno.

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 20° y 26° C; situándose entre las coordenadas 12° 55' latitud norte y 85° 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 km², 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/Km².⁵, 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, apropiación por parte de terratenientes y pequeños finqueros, además del notable decrecimiento y en algunos casos la desaparición total de las fuentes de agua.

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

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.

Todo el municipio se caracteriza por tener un clima de tipo sabana tropical. La temperatura media anual oscila entre los 20° y 26° 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 lluviosa⁶.

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

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

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 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 Tecunumani⁷.

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

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

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

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.

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

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

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 20° y 26° 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.

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 sistema de información de agua y saneamiento (SIASAR), san Ramón tiene una cobertura de agua potable de un 55.79% con 96 sistemas de agua. 61 administrados por Comités de agua y saneamiento CAPS

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 que las aguas

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

superficiales se encuentran contaminadas debido a que en ellas se depositan desechos sólidos y aguas grises. (ODESAR, 2016)

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 humano¹¹.

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

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 micro localización de la comunidad El Horno



Fuente <http://webfacil.tinet.org>

3 Marco teórico

3.1 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.

Disolución: Mezcla que resulta de disolver un cuerpo o una sustancia en un líquido

Hidrolisis: Literalmente significa destrucción, descomposición o alteración de una sustancia química por el agua. En el estudio de las soluciones acuosas de electrólitos, el término hidrólisis se aplica especialmente a las reacciones de los cationes (iones positivos) con el agua para producir una base débil, o bien, a las de los aniones (iones negativos) para producir un ácido débil. Entonces se dice que la sal de un ácido débil o de una base débil, o de ambos, de un ácido débil y una base débil, está hidrolizada. El grado de hidrólisis es la fracción del ion que reacciona con el agua.

Patógenos: Agente biológico patógeno es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predisuestas a las ocasiones mencionadas.

Efluente: Líquido residual que fluye de una instalación.

Infiltración: es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración, en la ciencia del suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora.

Tanque séptico: Aparato que se usa para el tratamiento de aguas residuales. En él se realiza la separación y transformación físico-química de la materia orgánica contenida en esas aguas. Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas residuales y está indicada (preferentemente) para zonas rurales o residencias situadas en parajes aislados. Sin embargo, el tratamiento no es tan completo como en una estación depuradora de aguas residuales.

Sedimentación: Es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalses, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado

se sedimenta; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

3.2 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 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 no genera ningún mal olor, lo llamamos ecológico para diferenciarlo de las letrinas tradicionales de depósito y caída 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.

El Inodoro Ecológico 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 de infiltración.
- 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 con su asiento y tapadera, que se instala sobre un pedestal; donde ubicamos la caceta, conocida técnicamente como interfaz de usuario.
- 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 compuesto de piedra bolón, arena y grava.

3.3 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 de la fosa séptica, presencia de bacterias anaerobias formadas al interior del depósito, evaporación que padece el efluente al llegar por el drenaje 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.

3.4 Ventajas del uso de inodoro ecológico

1. Evita la contaminación que producen las excretas, tanto las que se encuentran al aire libre como en las letrinas tradicionales.
2. No produce malos olores, ni es desagradable a la vista como lo son las letrinas tradicionales, El tubo de acarreo, una vez que se introduce en el depósito de descomposición en forma vertical sirve de sellador de agua.
3. No genera criaderos de cucarachas, moscas u otros insectos.
4. No hay que estar cavando fosas periódicamente pues este sistema no se satura, como es el caso de las letrinas tradicionales.

5. No presenta ningún riesgo para los niños, como es el caso de las letrinas tradicionales (pon-pon).
6. Utilización de la capa vegetal como filtro para la depuración de los efluentes (evaporación e infiltración).
7. Ofrece una taza-sanitaria de porcelana con su tapadera (idéntica a los inodoros convencionales).
8. Puede instalarse dentro o fuera de la casa, incluso en una esquina de los baños tradicionales que la gente tiene ya instalados en los patios de las casas humildes.
9. Crea un área de fértil en un perímetro de 12 metros cuadrados alrededor de las instalaciones, que puede aprovecharse para sembrar algunas plantas de fruto alto, como el plátano o plantas ornamentales.
10. Es muy accesible económicamente para familias de bajos ingresos.
11. Gasta muy poca agua. La experiencia muestra que puede funcionar apenas con dos litro de agua para la defecación.
12. No necesita sistema de alcantarillado, ahorrándole gastos significativos a las Alcaldías.
13. A diferencia de las letrinas alternativas, no necesita ningún tipo de manipulación.

4 Diseño metodológico

4.1 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.

4.2 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.

4.3 Propuesta de unidades de saneamiento

Las principales opciones de saneamiento para la zona rural de Nicaragua son:

- Inodoro con sumidero
- Letrina tradicional
- Letrina abonera
- Inodoro ecológico

Estos sistemas difieren uno de otro en sus características, modos de construcción, presupuesto, grado de contaminación.

Se evaluarán los siguientes criterios: Costo, emisión de malos olores, mantenimiento, aceptabilidad, durabilidad, consumo de agua, proceso de descontaminación, seguridad.

Se puntuará en una escala estimativa; siendo 1 cuando la unidad de saneamiento tenga el peor resultado en un rubro y 5 cuando dé el mejor resultado en un rubro. De esta manera sabremos porque el inodoro ecológico es la mejor alternativa para las comunidades rurales de Nicaragua

Tabla 1 Matriz comparativa de unidades de saneamiento

Rubro	C o s t o	emisión de malos olores	Manteni miento	Aceptabili dad	Durabilid ad	consum o de agua	proceso de tratamiento y descontami nación	Segurida d
Inodoro Tradicional	1	5	1	5	5	1	5	5
Letrina Tradicional	5	1	4	2	2	5	1	2
inodoro con sumidero	3	5	1	4	4	1	1	5
Letrinas aboneras	5	4	2	2	4	5	5	5
Inodoro ecológico	5	5	3	5	5	4	4	5

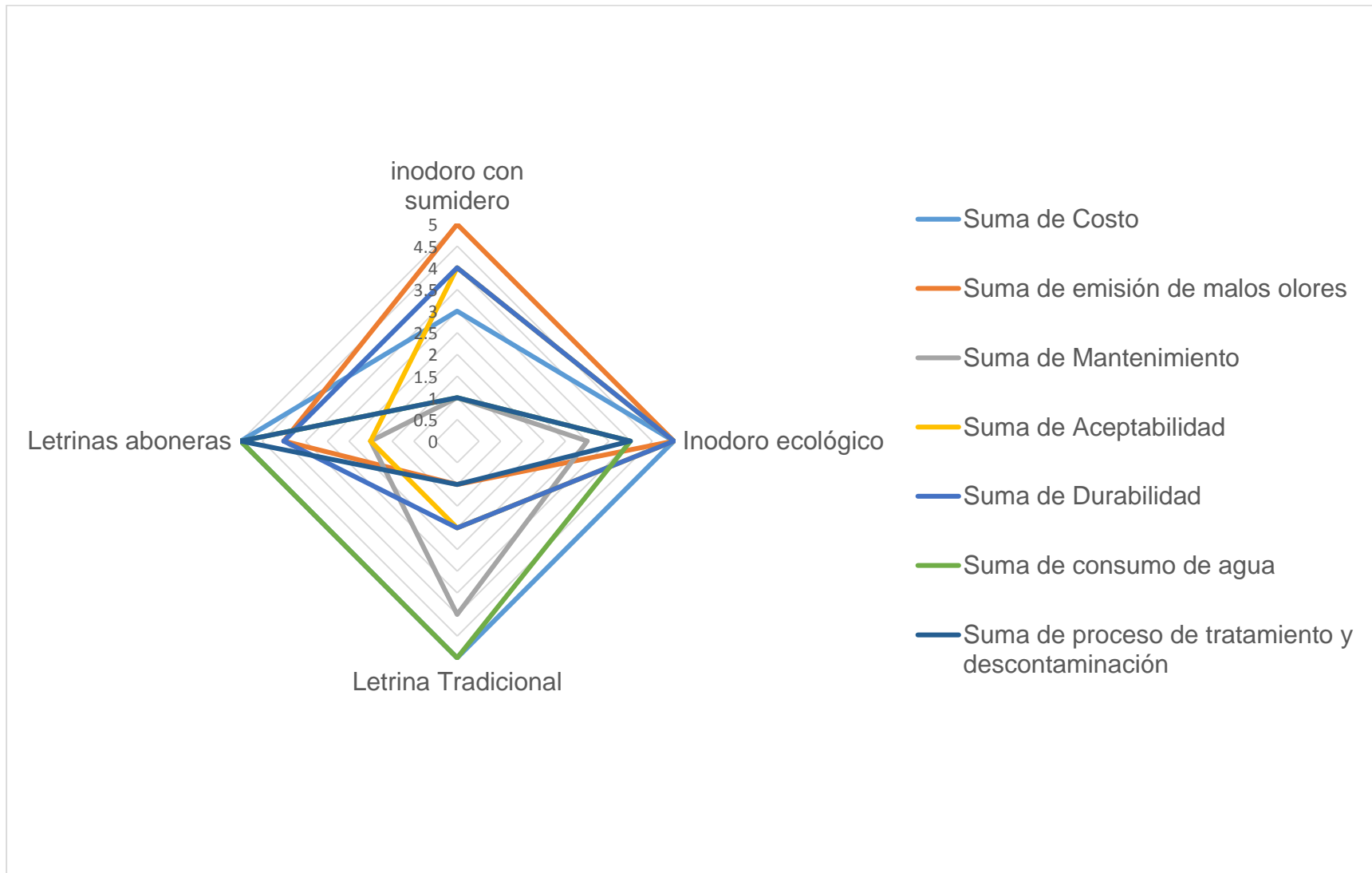
Fuente propia

Tabla 2 Promedio criterios de unidades de saneamiento

Rubro	Promedio
Inodoro Tradicional	3.6
Letrina Tradicional	2.7
inodoro con sumidero	3.3
Letrinas aboneras	4.1
Inodoro ecológico	4.6

Fuente Propia

Gráfico 1



Según la matriz de comparación para unidades saneamiento (grafico 1, tabla 1), seleccionamos la unidad de saneamiento inodoro ecológico para la comunidad El Horno.

4.4 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 proponer 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 preescolar. 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

Tabla 5

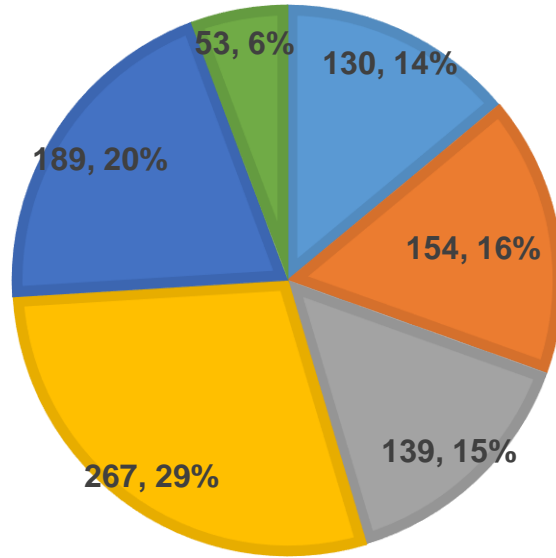
Distribución etaria de la población de la comunidad El Horno

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

Fuente propia

Gráfico 2

■ de 0 a 5 años ■ de 6 a 12 años ■ de 13 a 18 años
■ de 19 a 35 años ■ de 36 a 60 años ■ Mayores de 60 años



Distribución etaria de la comunidad El Horno

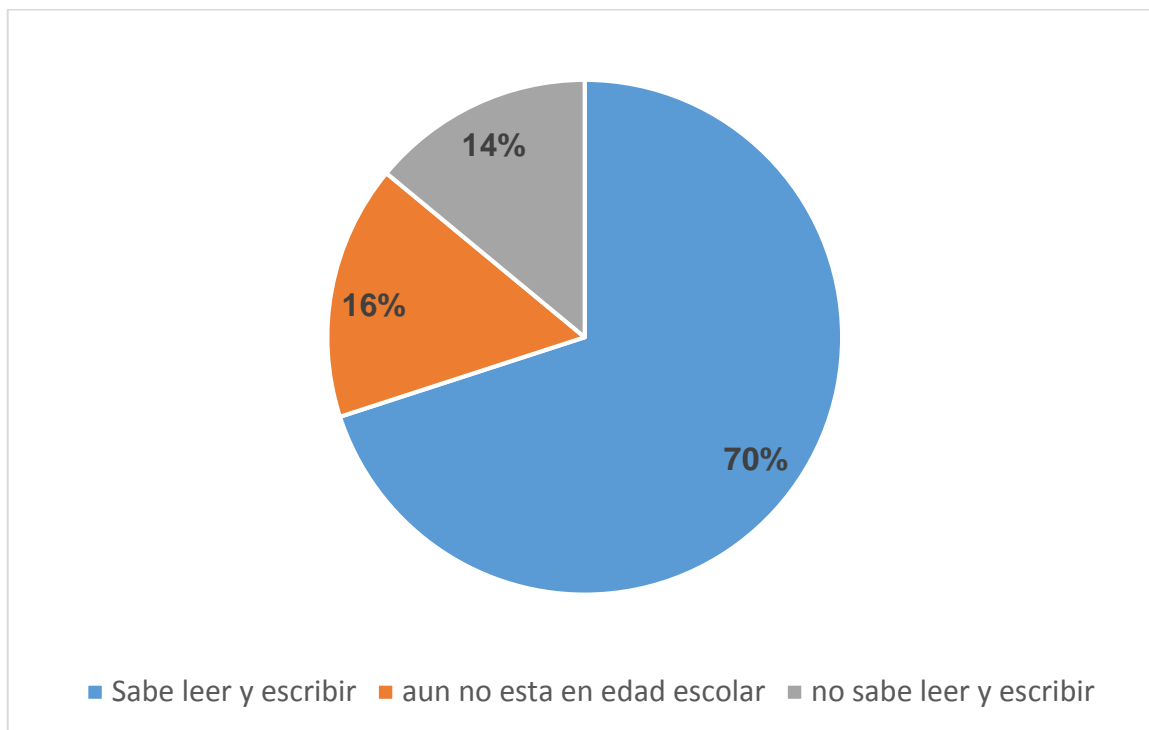
El gráfico 2 muestra que la población de la comunidad el Horno es relativamente joven (entre 18 y 35 años) con 44% y 30% de la población es menor de edad.

El 64% de la población es apta para trabajar (con edades entre 18 y 60 años), el resto de la población es niño o adulto mayor (población dependiente).

Según los datos mostrados en el gráfico 3 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 3



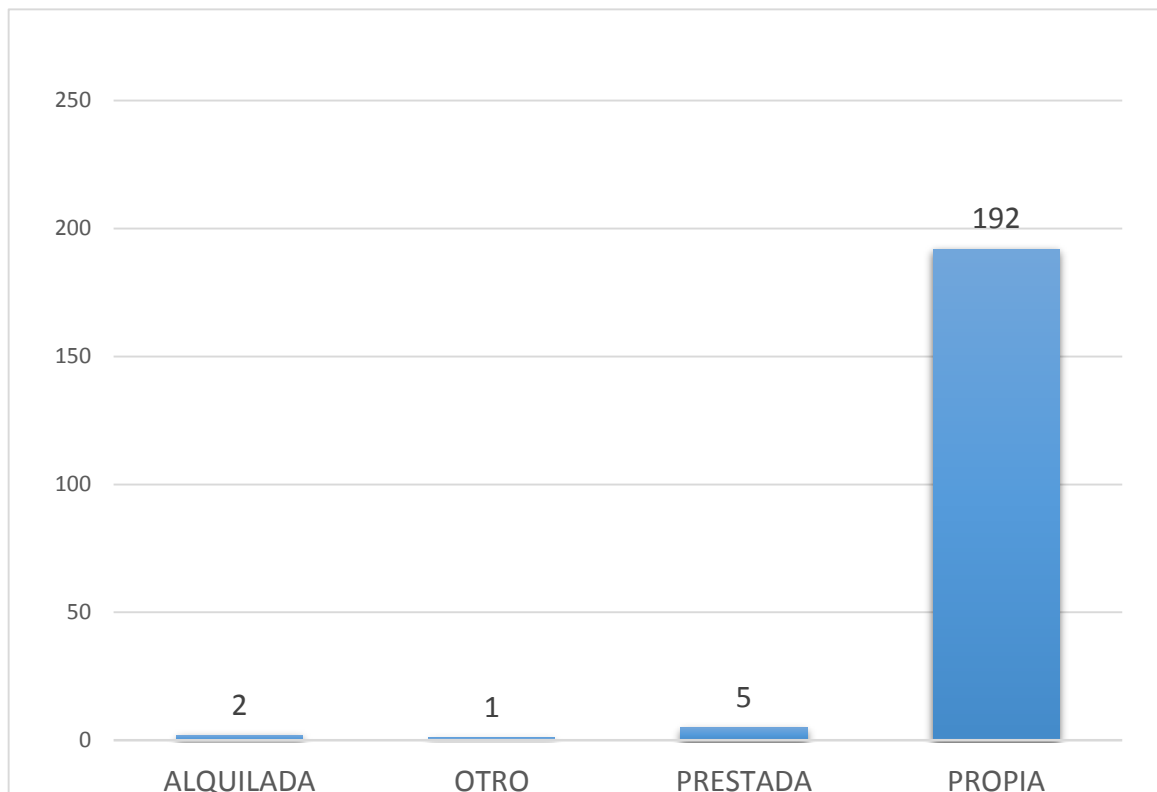
Escolaridad de la comunidad El Horno

5.2.3 Acceso al agua

La población de la comunidad El Horno, se abastece de agua potable a través de un sistema de agua potable por gravedad eficiente, recientemente rehabilitado, con servicio continuo las 24 horas, este sistema es domiciliar y con micro medición con agua suficiente para garantizar agua para consumo y uso de saneamiento con arrastres hidráulico.

5.2.4 Vivienda

Gráfico 4



Posesión de la 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.

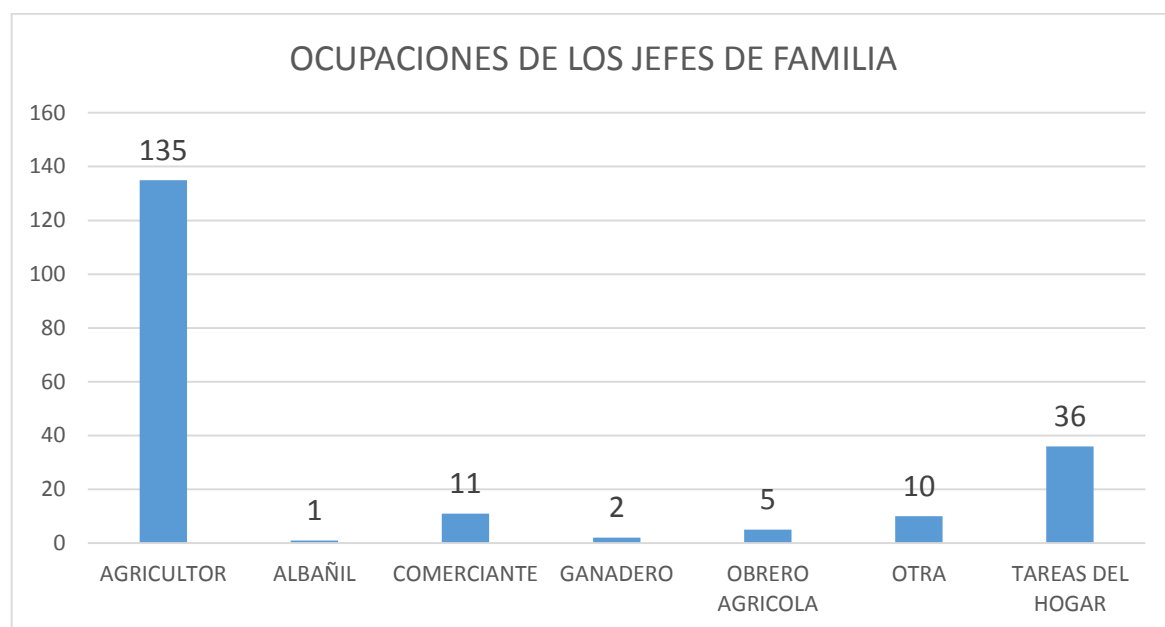
Las viviendas de la comunidad el Horno en su mayoría están conformadas de la siguiente manera: Piso de tierra con un 72%, con techo de lámina de zinc corrugado, con un 97%, paredes de madera con un 55%. Apenas un 32% de las viviendas tiene paredes de ladrillo, bloque o piedra cantera.

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 5



Ocupación de los jefes de familia

5.2.6 Aspectos organizativos

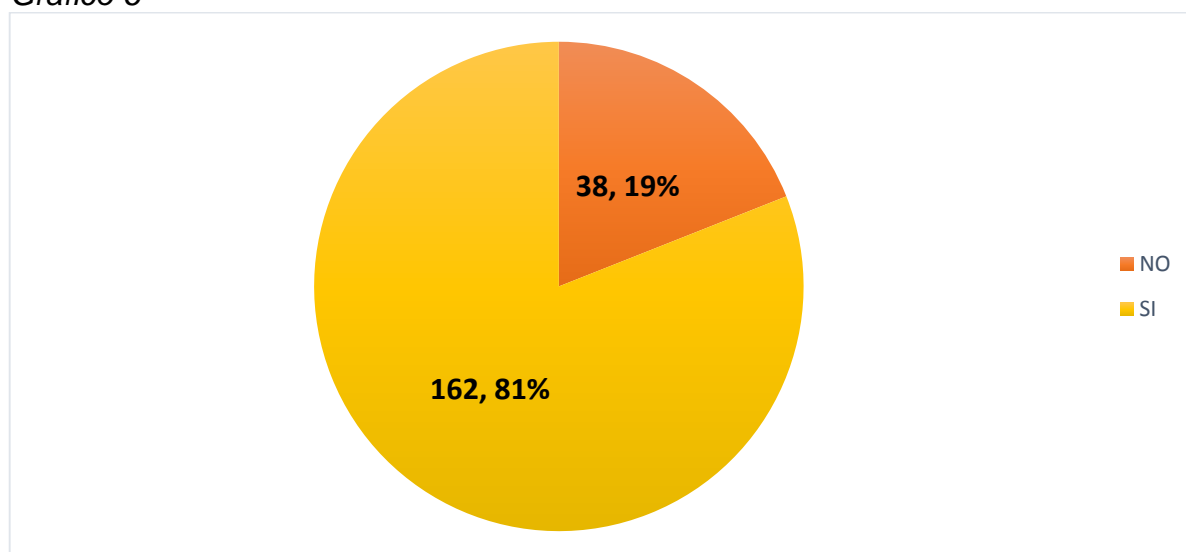
184 de las viviendas encuestadas están dispuestas a organizarse y trabajar para mejorar el proyectos de agua en su comunidad y además aceptan que se mejore la tarifa, y aprueban pagar entre C\$ 40.00 y C\$ 50.00 por mes.

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.

Gráfico 6



Viviendas con saneamiento

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 Propuesta de saneamiento (inodoros ecológicos)

5.3.1 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. (Soto, 2010)

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. (ODESAR, 2016)

5.3.2 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 de una recámara de concreto totalmente sellada, 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. (ODESAR, 2016)

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) Helminthos (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 una cámara

o fosa séptica de concreto con capacidad de 1000 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). Sin sobre pasar los 1.60 metros de profundidad y totalmente sellada para impedir la contaminación de las aguas. (ODESAR, 2016)

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). (Soto, 2010)

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 de la fosa séptica, 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 eliminados

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.

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 de la fosa 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.

5.3.3 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.

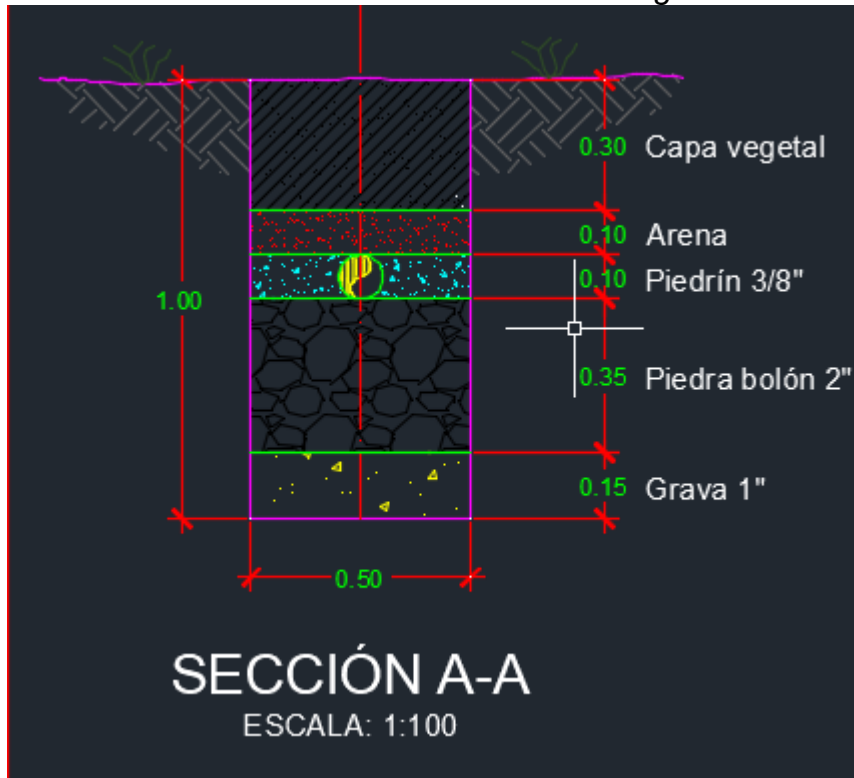
La recámara se conecta al interfaz de usuario a través de un tubo sanitario de 3" con una pendiente no menor al 1%. Encima se colocará una tapa construida de concreto reforzado y con un tubo de ventilación de 2". Se conecta al filtro a través de un tubo sanitario de 3" con inclinación del 1%. Ver plano adjunto, anexo 2 de 6.

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. (ODESAR, 2016)

Filtro: el filtro está compuesto materiales pétreos, piedra bolón, arena, grava y material vegetal, se conecta a la fosa a través de un tubo sanitaria de 3 metros de longitud, con un tapón pvc al final, la parte superior del tubo se colocan 3 líneas de perforación, estas perforaciones se realizan separadas por 30 cm de longitud y con diámetro de ½"

Imagen 2

Sección transversal de filtro de indoloro ecológico



Archivos FISE 2010

Interfaz de Usuario: La interfaz es una taza rural de material 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 instalará una caceta metálica tipo FISE, anclada a una losa de concreto de 7 cm de espesor.

5.4 Presupuesto

Tabla 6
presupuesto de una unidad de saneamiento

No	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario o C\$	Costo total C\$
1	Arena de río	m ³	1.15	400	460
2	Ladrillo cuarterón de 0.3x0.15x0.07	Unidad	250	6	1500
3	Piedra bolón de 2a3" diámetro	m ³	3.5	350	1225
4	Piedrín	m ³	0.48	630	302.4
5	Alambre de amarre	libra	1	18	18
6	Cedazo de fibra de vidrio para mosquito	Yarda	0.2	18	3.6
7	Cemento canal	Bolsas	5	320	1600
8	Codo pvc de 3" x 45° sanitario	Unidad	1	44	44
9	Codos pvc de 1/2" x 90 grados	Unidad	2	4	8
10	Codos sanitarios de 3", en 90°	Unidad	4	34	136
11	Hierro de 3/8"	Varilla	5	72	360
12	Pegamento pvc/Tubo chiquito 25gramos	Tubo	1	28	28
13	Plástico negro grueso	Yarda	2	26	52
14	Tapa – asiento de inodoro	Unidad	1	155	155
15	Tapón pvc liso de 3" sanitario	Unidad	1	19	19
16	Taza porcelana con descarga hacia abajo	Unidad	1	808	808
17	Tee sanitaria PVC de 2"	Unidad	1	20	20
18	Tubo pvc de 1/2"	unidad	0.25	70	17.5
19	Tubo PVC SDR 41 de 2"	unidad	0.5	224	112
20	Tubo sanitario de 3", cedula 41	Tubo	1	544	544
21	Mano de obra + Excavación	paga	1	2550	2550
22	Transporte	viaje	1	2500	2500
23	Caceta metálica para instalaciones sanitarias tipo FISE	Unidad	1	4000	4000
TOTAL					16,491.5

Fuente Archivos de ODESAR

Tabla 7

Costo total del proyecto, saneamiento de la comunidad El Horno para 118 familias

Costo total Directo	C\$	1,945,997.00
Costo total indirecto (10 %)	C\$	194,599.70
Sub total	C\$	2,140,596.70
Administración (12%)	C\$	256,871.60
Utilidades (15%)	C\$	321,089.51
Sub total	C\$	2,718,557.81
IM (1%)	C\$	27,185.58
Total	C\$	2,745,743.39

Fuente Propia

Conclusiones

La comunidad El Horno es relativamente pobre con 932 personas viviendo en 200 viviendas, 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.

Se propone utilizar el inodoro ecológico para familias de 6 personas, compuesta con una tasa de porcelana con descarga directa, utilizando una caceta metálica tipo FISE, que se conectará a una fosa de sedimentación y tratamiento bacteriano, y finalmente a un filtro, donde finalmente será sometido a proceso de evapotranspiración, aprovechamiento de nutrientes. El proceso de tratamiento de los desechos será de al menos 5 días.

La unidad de saneamiento inodoro ecológico que se construirá en la comunidad El Horno tiene un costo C\$ 16,491.50. para cubrir la demanda total de saneamiento (118 familias) de la comunidad El horno es de C\$1, 945,997.00 (un millón novecientos cuarenta y cinco mil novecientos noventa y siete córdobas netos) incluyendo solo costos directos, y un total de 2, 745,743.39 (dos millones setecientos cuarenta y cinco mil setecientos cuarenta y tres con 39/100).

Recomendaciones.

1. un inspector para supervisar a los contratistas. Para no descuidar los aspectos técnicos (proporción de la mezcla, inclinación de los tubos, densidad de los materiales del lecho de infiltración (arena, piedrín).
2. Seleccionar un terreno plano y lo más alejado que se pueda de alguna fuente de agua o pozo.
3. Evitar el exceso de agua que se vierte al interior de la taza, a fin de aumentar el tiempo de retención, igualmente evitar el uso de químicos como cloro, detergente o desinfectante, esto mataría el proceso bacteriano.
4. En relación al área de raíces generado por las plantas que deben sembrarse carrizo, taiguan o algún tipo de bambú. No sembrar plantas rastreras o tubérculos o raíces que puedan entrar en contacto con los patógenos (lechuga, rábano, yuca, malanga, remolacha, papas y otros).

Bibliografía

- 1 -INAA, Normativas de saneamiento básico rural (NTON 09002-99).
- 2 ODESAR (2016) Diagnóstico de la comunidad El Horno, Matagalpa, Nicaragua.
- 3 EAWAG - COSUDE (2010) compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento.
- 4 OPS (2006) Especificaciones técnicas para la construcción de letrinas de procesos secos.
- 5 Núñez, S, O (2010) Inodoro ecológico popular, primera edición, Managua Nicaragua.

Anexo