

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD**



PROPUESTA DE UN MODELO DE VIVIENDA SOSTENIBLE A TRAVÉS DE LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES PARA AUMENTAR LOS NIVELES DE SUMINISTRO DE AGUA DE USO DOMÉSTICO Y UN SISTEMA DE BIODIGESTIÓN PARA UNA DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS Y RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS INCIDIENDO EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE DE LOS HABITANTES DE LA COLONIA MONTIMAR 2, CANTÓN GUADALUPE, MUNICIPIO DE ZARAGOZA DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD EN EL PERIODO DE MARZO A NOVIEMBRE DE 2022.

PRESENTADO POR:

**CLAUDIA SOFIA CAMPOS FLORES
KATHYA SARAI ROSALES ESCOBAR
NUBIA VALERIA OLANO RENDEROS**

**PARA OPTAR EL GRADO DE:
LICENCIATURA EN SALUD AMBIENTAL**

**DOCENTE ASESOR:
LIC.OSCAR IRAHETA**

Ciudad Universitaria, "Dr. Fabio Castillo Figueroa", El Salvador, abril 2024

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA

VICERRECTOR ACADÉMICO

DR. EVELYN BEATRIZ FARFÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS

SECRETARIO/A GENERAL

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

DECANO

DR. SAÚL DÍAZ PEÑA

VICEDECANO

LIC. FRANKLIN ARNULFO MÉNDEZ DURÁN

SECRETARIO

MSC. MÓNICA RAQUEL VENTURA DE RAMOS

DIRECTORA DE CARRERA

LICDA. GABRIELA DEL CARMEN MOLINA

AGRADECIMIENTOS

La adquisición de conocimientos para el análisis y comprensión de la realidad, así como el desarrollo de herramientas para su transformación, son parte central del proceso formativo de todo estudiante universitario. En el caso de las integrantes de este grupo de tesis, haber contado con profesionales tan preparados y dedicados a la formación y al acompañamiento de ese crecimiento profesional fue clave para la consolidación de los saberes. Agradecemos profundamente a nuestros docentes, a los equipos de coordinación administrativa y académica de la universidad, a nuestros compañeros y a todas aquellas personas con quienes coincidimos en prácticas, visitas de campo y otras experiencias. Cada quien desempeñó un papel clave en este proceso y este resultado es reflejo de los aportes de todas las partes. Por último, pero no menos importante, agradecer a la Universidad y, por, sobre todo, a Dios y a nuestros seres queridos.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	i
CAPÍTULO I: SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS.	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES	6
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.3 BASE TEÓRICA.....	12
2.3.1 Vivienda	12
2.3.1.1 Vivienda sostenible.....	14
2.3.2 Abastecimiento de agua para consumo humano.....	15
2.3.2.1 Sistemas de captación de agua pluvial.....	17
2.3.3 RESIDUOS SÓLIDOS Y EXCRETAS.....	26
b) Disposición sanitaria de excretas (19).....	28
2.3.3.1 Biodigestores	31
2.4 LEGISLACIÓN APLICABLE	45
CAPÍTULO III OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....	47
4.1. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO	47
4.2 POBLACIÓN.....	47
4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE OBSERVACIÓN.....	47

4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	48
4.5	PRESENTACIÓN DE DATOS.....	51
	Resultados obtenidos de entrevista a expertos.....	52
	Guía de entrevista domiciliar.....	54
	CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
	CONCLUSIONES.....	58
	CAPÍTULO VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	61
	ANEXOS.....	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 División de cantones y casco urbano del municipio de Zaragoza.....	12
Tabla 2 Datos de recursos naturales pertenecientes al municipio de Zaragoza	13
Tabla 3 Datos climatológicos del municipio de Zaragoza.....	15
Tabla 4 Clasificación de relleno sanitario	33
Tabla 5 Energía equivalente (Valor Energético) Biogás vs otras fuentes	41
Tabla 6 Relación entre tipo de residuo y cantidad de agua que se necesita para la dilución	47

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Mapa del municipio de Zaragoza. Fuente Generación propia	11
Ilustración 2 Ciclo Hidrológico.....	21
Ilustración 3 Sistema de captación de agua pluvial en techos.	23
Ilustración 4 Interceptor de primeras aguas.....	24
Ilustración 5 Sistema de conducción instalado por medio de canaletas.....	25
Ilustración 6 Letrina con sistema estatico.....	34
Ilustración 7 Sanitario seco con desviación de orina.....	34
Ilustración 8 Esquema general de un sistema semidinamico	35
Ilustración 9 Esquema de una red cloacal perteneciente a un sistema dinámico	36
Ilustración 10 Esquema de reacción de la digestión anaeróbica de materiales poliméricos	40
Ilustración 11 Alternativas de utilización de biogás y sus requerimientos de purificación	43
Ilustración 12 Biodigestor modelo chino	44
Ilustración 13 Biodigestor modelo indiano	44
Ilustración 14 Biodigestor modelo horizontal.....	45
Ilustración 15 Digestor Batch	45

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Determinación de la precipitación promedio mensual.....	28
Ecuación 2 Determinación de la demanda mensual.....	28
Ecuación 3 Determinación del volumen del tanque de abastecimiento	29
Ecuación 4 Determinación de oferta acumulada por mes	29
Ecuación 5 Determinación de demanda acumulada por mes.....	29
Ecuación 6 Determinación del volumen del tanque de almacenamiento necesario para un mes.....	30

INTRODUCCION

La investigación buscar identificar la viabilidad de implementar sistemas especiales sustentables para aumentar los niveles de agua de uso doméstico y dar una adecuada disposición de excretas y residuos sólidos del tipo orgánico, con el diseño de una vivienda sostenible que incida en el desarrollo del ser humano. Para efectos de orden el documento contiene los siguientes elementos.

Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA; donde se describe la situación de la problemática que va de lo general a lo particular, determinando así cual es el problema a investigar, además de contener la justificación donde se explica él porque, importancia y beneficios de realizar la investigación, y por último contiene los objetivos donde se describen tanto el propósito como los alcances de la investigación.

Capítulo II: MARCO TEORICO; aquí se detalla la información bibliográfica con la que se sustenta la investigación.

Capítulo III: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES; donde se definen variables, dimensiones e indicadores de interés que orientan la elaboración del instrumento de evaluación.

Capítulo IV: DISEÑO METODOLOGICO; describe el tipo de estudio que se realiza, unidades de análisis, técnicas e instrumentos de recolección de datos, descripción de los equipos de medición, plan de procesamiento, análisis y presentación de datos que serán empelados para la investigación.

Capítulo V: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los datos y análisis de estos, que se obtuvieron a través la entrevistas a expertos en los sistemas de captación de agua pluvial y sistema de biodigestores; entrevistas a las familias de la colonia Montimar para evaluar la viabilidad y la importancia de la implementación de los sistemas especiales en El Salvador.

Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este apartado se exponen las conclusiones y recomendaciones formuladas con base a los hallazgos obtenidos de la evaluación, las cuales se presentan por cada una de las dimensiones que constituyeron las variables en estudio.

En la parte final se detalla la bibliografía donde se enlistan las fuentes de información utilizadas para fundamentar la base teórica, y los anexos que contiene información extra sobre la investigación, presentando el instrumento utilizado para recolectar la información, y la propuesta técnica de una vivienda sostenible.

CAPÍTULO I: SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La pobreza es un fenómeno mundial multidimensional resultado de factores sociales, demográficos y culturales, que impide satisfacer necesidades físicas y psicológicas de una persona, una de las manifestaciones más visibles de la pobreza es la privación a la vivienda, por vivienda entendemos como aquel lugar protegido o construcción acondicionada para que vivan personas, sin embargo, una vivienda es más que cuatro paredes y un techo, es un derecho humano y debe cumplir ciertas condiciones para dar una vida digna; pero el panorama mundial es diferente, para el 2010, alrededor de 980 millones de hogares urbanos carecían de una vivienda decente, y se estima que unos 600 millones lo harán entre 2010 y 2030(1)

América Latina y el Caribe es una región de grandes contrastes donde la riqueza y la prosperidad coexisten con la vulnerabilidad y la pobreza, siendo así un desafío para los estados brindar servicios básicos a la población y garantizar una equidad para la población más vulnerable, pero, contar con una vivienda es parte del proceso, sin embargo, los países en desarrollo aún se encuentran en el desafío de cumplir con dicho propósito, según el Banco Mundial, dos de cada tres familias que tienen un problema de vivienda en América Latina necesitan una mejor, no una nueva, es aquí donde es importante garantizar la cobertura de diferentes servicios como son: el acceso a agua potable, instalaciones dignas con una sanitaria disposición de excretas que no contaminen los recursos de la zona, combustible para cocinar que no afecte al ambiente ni la salud de la población y garantizar una gestión de residuos sólidos, todo esto desde un enfoque de desarrollo sostenible que no ponga en riesgo la salud de la población a largo plazo y no se vuelvan fuentes de contaminación al ambiente, tanto en su proceso constructivo como su puesta en funcionamiento.

El lograr un El Salvador que ofrezca oportunidades de un buen desarrollo a toda su población requiere que se supere la pobreza en todas sus dimensiones; que la población goce plenamente de sus derechos y que haya mayor igualdad e inclusión social, además que el desarrollo de los territorios sea más articulado y equilibrado considerando acciones amigables con el ambiente, para garantizar las necesidades de las generaciones futuras; pero, los desafíos que enfrenta el país son diversos; actualmente se reporta que, el acceso al agua para el año 2020 persiste una diferencia significativa respecto a la zonas urbanas, con un 95.8% de cobertura y zonas rurales únicamente con el 41.9% (2), entendiendo dicho abastecimiento de agua por sistemas como acueductos, pozos, cantera, pilas públicas, siendo pocos lugares a nivel nacional que aprovechan las precipitaciones anuales para satisfacer dicha necesidad, por lo tanto, cabe destacar el beneficio que aportarían los sistemas de captación de agua pluvial, teniendo en cuenta que la precipitación media anual en El Salvador es de aproximadamente 1.800 milímetros, esta cantidad es considerable siendo factible para el uso de sistemas de captación para suplir la demanda de agua en algunos meses de la época de estiaje en el país.

De igual forma, el manejo inadecuado de las excretas humanas contamina y degrada el medio ambiente, consecuencias que pueden generar deterioro a la salud de las personas provocando enfermedades gastrointestinales y dermatológicas, y la

afectación de mantos freáticos. En El Salvador el acceso a servicio sanitario en el área rural es de 91.3% comparado con el 98.2% del área urbana, a pesar de la poca diferencia, es importante destacar que los tipos de baños en el área rural son 48.6% letrina, 24.7% inodoro a fosa séptica, 13.1% letrina abonera y solo un 1.0% tiene inodoro a alcantarillado (3).

El municipio de Zaragoza del departamento de La Libertad no está exento de tal problemática, ya que al hablar de cobertura y acceso a servicios básicos, respecto a agua domiciliar se encontró que para el año 2009 el 69.6% de las viviendas tenían acceso a agua domiciliar, de estas el 75.9% de cobertura es en zona urbana y el 41.1% en zona rural, al hablar de recolección de desechos es una de las problemáticas que aqueja a la mayoría de las municipalidades en el manejo y disposición final de los desechos sólidos, el municipio de Zaragoza tiene una cobertura municipal de 62.2% del total de los hogares, de los cuales el 71.6% están en el área urbana y el 19.3% es la rural; en cuanto a disposición sanitaria de excretas para el año 2009 se encontró que, un 58.% de hogares recibía servicio de saneamiento por alcantarillado de los cuales el 66.4% corresponde a zona urbana y el 22.7% (4), la Colonia Montimar 2 pertenece a zona rural por lo cual la cobertura de servicios sigue siendo un desafío para el desarrollo humano de la población.

Por lo descrito anteriormente, el garantizar los servicios básicos planteados en la vivienda influye de manera directa en el desarrollo humano de la población, pero no debe dejarse de lado que dichos procesos se realicen con una gestión ambiental, para reconocer el vínculo que existe entre el desarrollo sostenible y el desarrollo humano.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Es viable la propuesta de un modelo de vivienda sostenible que incorpore un sistema de captación de aguas pluviales para aumentar los niveles de suministro de agua para uso doméstico y un sistema de biodigestión para la disposición sanitaria de excretas y residuos sólidos de tipo orgánico para incidir en la calidad de vida de la población y el medio ambiente de los habitantes de la colonia Montimar 2, cantón Guadalupe municipio de Zaragoza, departamento de La Libertad en el periodo de marzo a noviembre de 2022?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El alto costo de las viviendas dignas es reflejo de la difícil situación económica y social que vive gran parte de la población y, aunque actualmente gran parte tiene acceso a vivienda y servicios básicos, la población que se encuentra en situación de pobreza muchas veces no posee cobertura de los diversos servicios básicos que influyen en su desarrollo humano como lo es el acceso a agua potable, sistemas de disposición de excretas, servicio de manejo de residuos sólidos a nivel municipal.

La propuesta de un modelo de vivienda sostenible se dirigió a las familias salvadoreñas que habitan la colonia Montimar 2, del cantón Guadalupe en el municipio de Zaragoza, departamento de La Libertad, debido a sus características de acceso a vivienda digna, agua para uso doméstico y disposición de excretas; además de ser un modelo que pueda adecuarse a zonas rurales con difícil acceso a servicios básicos en suministro de agua, disposición sanitaria de excretas y servicio de recolección de residuos sólidos, por lo tanto, diseñar viviendas que permitan generar sus propios servicios básicos permitirá no solo dignificar a las familias salvadoreñas sino además contribuir en su desarrollo, aportar en su economía al no tener que pagar por servicios externos y a la vez contribuir a la disminución de los impactos ambientales que conlleva instalaciones convencionales o falta de saneamiento que repercute en el recurso suelo o recursos hídricos de la zona.

La instalación de un sistema de captación de agua pluvial que permita aprovechar de mejor manera el recurso proveniente de las precipitaciones, ya que en El Salvador los niveles de cobertura al agua potable siguen siendo un desafío, de tal forma se pueda garantizar el acceso a dicho recurso en épocas de estiaje. El uso de biodigestores para una disposición sanitaria de excretas mediante tecnología que permita no solo disponer de las excretas humanas sino además incluir residuos de tipo orgánico para su digestión. A la fecha, los estudios e investigaciones realizadas en El Salvador que refieren al uso de biodigestores no permiten conocer los posibles beneficios que obtendrían las familias al contar con un biodigestor propio, además tampoco refiere a las dificultades o factores que juegan en contra de su efectividad debido a que se tratan sobre instalaciones de mayor tamaño y para usos industriales. En lo referido a la vivienda, una propuesta de distribución de áreas dentro y fuera de la vivienda que incluya el espacio utilizado por los componentes antes mencionados.

La colonia Montimar 2, del cantón Guadalupe del municipio de Zaragoza, del departamento de La Libertad, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable a la fecha, por lo cual, la población recurre a diferentes mecanismos para abastecerse, estos pueden ser compra, llegada a un río o quebrada donde no se garantiza la calidad e inocuidad de la misma, entre otras; aún se reportan familias sin servicio de alcantarillado por lo cual poseen letrinas de hoyo negro que se han reportado en mal estado, mostrando así, la importancia de diseñar viviendas que permitan generar sus propios servicios básicos para contribuir en el desarrollo de las familias de la zona, aportar en su economía al no tener que pagar por servicios externos y a la vez contribuir a la disminución de los impactos ambientales que conllevan las instalaciones convencionales o el grado de contaminación que genera en su mal funcionamiento y riesgos a la salud de los habitantes.

1.4 OBJETIVOS.

Objetivo General

Proponer un modelo de vivienda sostenible que incorpore un sistema de captación de aguas pluviales para aumentar los niveles de suministro de agua para uso doméstico y un sistema de biodigestión para la disposición sanitaria de excretas y residuos sólidos orgánicos para incidir en la calidad de vida y la protección de los recursos naturales de los habitantes pertenecientes a la Colonia Montimar 2, cantón Guadalupe, municipio de Zaragoza departamento de La Libertad en el periodo de marzo a diciembre de 2022.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de captación de aguas pluviales que aumente la disponibilidad de suministro de agua de uso doméstico para las familias pertenecientes a la Colonia Montimar 2, cantón Guadalupe, municipio de Zaragoza departamento de La Libertad en el periodo de marzo a diciembre de 2022.
- Proponer un modelo de biodigestor para la disposición sanitaria de excretas y residuos sólidos de tipo orgánico para las familias pertenecientes a la Colonia Montimar 2, cantón Guadalupe, municipio de Zaragoza departamento de La Libertad en el periodo de marzo a diciembre de 2022.
- Proponer un diseño y distribución de una vivienda sostenible que influya en la calidad de vida de los habitantes de la Colonia Montimar 2, cantón Guadalupe, municipio de Zaragoza departamento de La Libertad en el periodo de marzo a diciembre de 2022.

El municipio de se encuentra dividido en 4 cantones dentro de ellos caseríos, colonias y lotificaciones y la división del casco urbano.

CANTON	CASERIOS, LOTIFICACIONES Y COLONIAS
GUADALUPE	San Antonio Chilama, La Bendición, Las Orquídeas, El Pilar, Agua Escondida, El Nance, Montimar, La Periquera, Lotificación Miramar 2.
SAN FRANCISCO	El Jiote, Lotificación El Cocalito (Jiote), Corinto 1 y 2, Corralito, Corinto hacienda, Hacienda Veracruz, Colonia el Zaito, Residenciales Altos de Zaragoza, Residencial lasLuces, Lotificación Quinta Miramar, Lotificación Quinta Lotica, Colonia los Cedros, Lotificación Vías de Zaragoza, Urbanización Brisas de Zaragoza.
EL BARRILLO	El Barrillo, Colonia las Brumas 1 y 2, Caserío El Tránsito, San Cristóbal, Colonia Loma Linda, Comunidad Buena Vista, Comunidad El Progreso, Residencial Tuscania, Colonia El Mirador 1 y 2.
SAN SEBASTIÁN (ASUCHILLO)	Residencial Los Manantiales, San Sebastián, La Esmeralda, La Vega 1 y 2, El Cocal, El Frutal, Esmeraldita 1 y 2.
CASCO URBANO	Residencial Palo Alto, Residencial Santiago de Compostela, Residencial Costa Verde, Residencial Brisas de las Mercedes, Residencial Peña Flor, Colonia El Cedral, Colonia Prados de Zaragoza, Barrio La Cruz, Nueva San Nicolás, Barrio El Centro, Barrio el Calvario, Colonia el Pilar, Colonia Vista Hermosa 1 y 2, Colonia Franco, Colonia Las Margaritas, Colonia Borja, Colonia El Rastro, Colonia Altos Del Rio, Residencial Reparto España 1 y 2, Colonia San Nicolás, Colonia San Judas, Colonia Miramar, Colonia Maldonado, Colonia Santa Teresa, Colonia San Antonio 1 y 2, Colonia Jardines de Zaragoza, Colonia la Fuente 1 y 2, Colonia El Zaito 1 y 2, Colonia Pradosde Zaragoza, Colonia nueva San Nicolás, Los Girasoles.

Tabla 1 División de cantones y casco urbano del municipio de Zaragoza.

- Recursos naturales

CLIMATOLOGÍA	RECURSOS HIDRICOS	SUELO
El clima es caluroso, pertenece al tipode tierra caliente y templada.	Algunos ríos que bañan las tierras municipales son: San Antonio, Asuchio y el Jute	El municipio de Zaragoza está asentado sobre dos tipos de suelo: a) Andisoles que son suelos adecuados paratodo tipo de cultivo, principalmente frutales y en las porciones que superan los 500 msnmson aptos para el cultivo de cafetales. b) Litosoles, suelos que se recomiendan para cultivos de carácter permanente; los primeros predominan en el extremo norte de su territorio mientras que los segundos en el extremo sur.(4)

Tabla 2 Datos de recursos naturales pertenecientes al municipio de Zaragoza

- Dimensión Histórica

La población de Zaragoza, pertenecía antiguamente al pueblo de Huizúcar.

llamado planes del tempisque y del Barillo, a tres leguas de esta población, se constituyó un valle o aldea denominado el Tempisque.

Al indagar sobre la historia de Zaragoza es imprescindible conocer el papel que jugó la finca Miramar como una determinante fuente de trabajo para la población de inicios del siglo pasado. En ella se cultivaba café, caña de azúcar y se criaba ganado. El ingenio y el beneficio brindaba empleo a por lo menos 200 personas. Dicha finca siempre pagaba sus impuestos municipales los cuales daban un mayor soporte económico a la municipalidad ya que ésta carecía de ingresos.

Con el pasar de los tiempos Zaragoza iba creciendo en población y las necesidades de la población aumentaban, una de ellas era la necesidad de suministro de agua, aunque abundaban muchas vertientes de agua era necesario hacerla llegar a la población en mayor cantidad, es por eso que el alcalde en funciones don Martin Diego Linares propone hacer llegar agua en mayor cantidad desde el lugar denominado “El Nacimiento”

donde había muchas vertientes de mejores cualidades y que sería accesible su llegada por medio de cañería hasta la población.

La finca Miramar, llevo más desarrollo al pueblo de Zaragoza, uno de ellos fue la luz eléctrica esta fue suministrada a Zaragoza, gracias a la donación por parte de los dueños de la Finca Miramar (Rogelio), ya que, en 1957, se colocó el primer transformador para que se recibiera este servicio de CAESS.

Esta finca además tenía sus propios doctores que prestaban servicios de salud a trabajadores y personas particulares de la Villa de Zaragoza

Desde 1948, la Villa de Zaragoza, contó con servicio de agua y luz provisional, gracias a la ayuda del dueño de la finca Miramar se construyó un pozo de 10 metros de profundidad la cual abastecía de agua al caso urbano y la municipalidad, pero dicho proyecto no dio mucho resultado y fue abandonado ya que la población necesitaba de un servicio propio y eficiente de agua como también de luz eléctrica. (6)

- Dimensión Económica.

Zaragoza en el 2005, reportó un nivel de pobreza total de 44.8% por encima del nivel nacional (34.5%) y mucho mayor que el nivel departamental (28.8%). Esta pobreza incluía un 17.3% de hogares en extrema pobreza y un 27.5% de hogares en pobreza relativa. (7)

- Dimensión saneamiento básico

Con relación al servicio de agua potable, se encontró que del año 2005 al 2009 ha habido una gran mejoría; en el 2005 el 33.1% de viviendas poseían servicio de agua por cañería, en el 2009, incrementó a un 69.6% de las viviendas. De este grupo, el 75.9% de cobertura está en zona urbana y el 41.1% en zona rural.

Recolección de desechos: el municipio de Zaragoza para el año 2009 reportó una cobertura municipal de 62.2% del total de los hogares, de los cuales el 71.6% pertenecen al área urbana y el 19.3%, a zona rural.

Saneamiento por alcantarillado: El porcentaje total de hogares que en el 2005 contaban con servicio de alcantarillado, entendiendo este como: "inodoro con conexión a alcantarillado o fosa séptica, y/o letrina privada"; un 86.2% el porcentaje total de hogares con este servicio; en cambio, en el 2009 se encontró que un 58.6% de hogares recibían de dicho servicio, es importante mencionar que la disminución de la cobertura es debido a que el estudio realizado considero una información más delimitada respecto a saneamiento por alcantarillado respecto al estudio realizado en 2009 (8)

- Dimensión climatológica

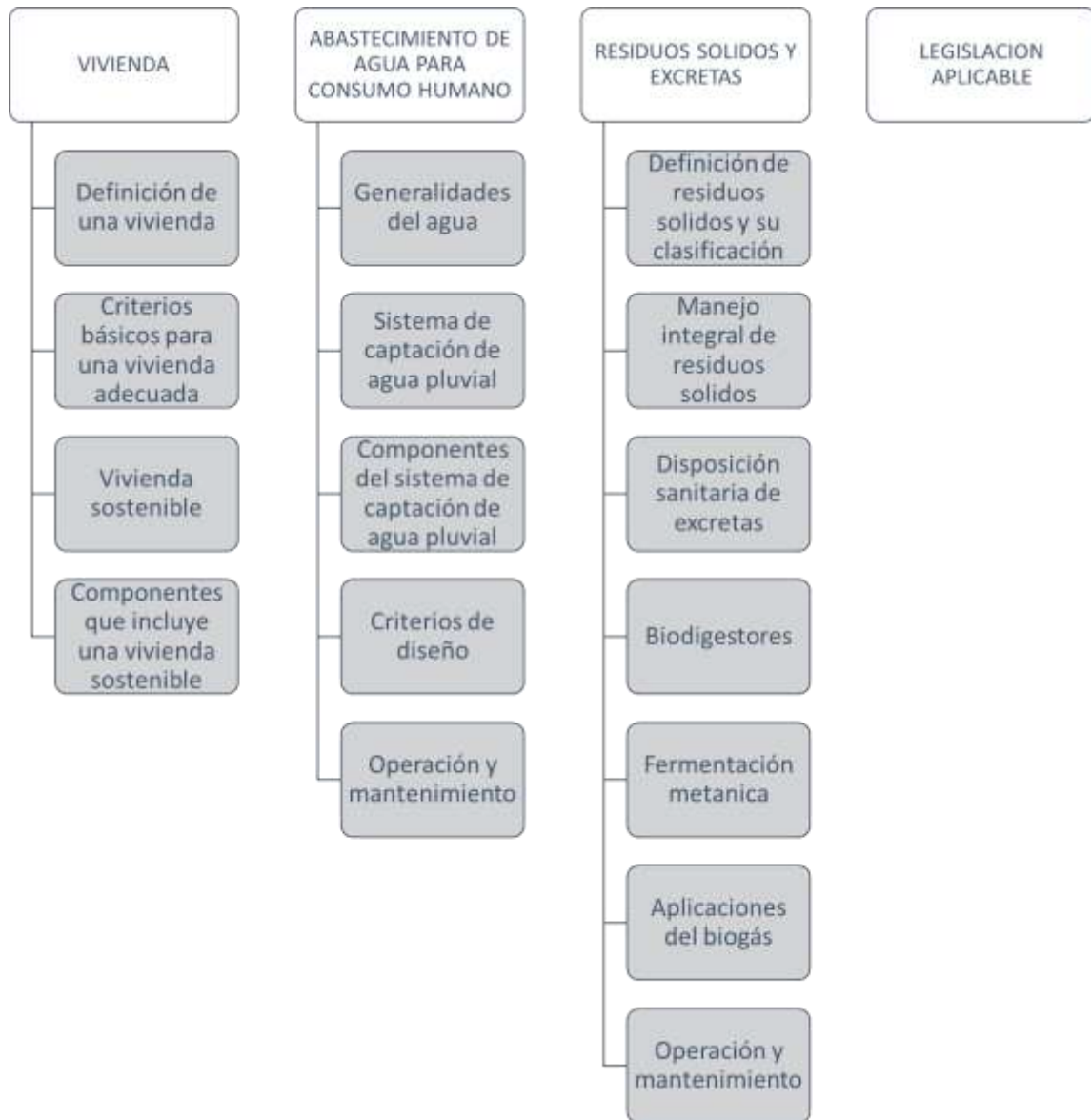
El clima es caluroso, pertenece al tipo de tierra caliente y templada.

A continuación, se presentan los datos de interés más relevantes que intervienen en un adecuado funcionamiento de los diferentes componentes de la propuesta de vivienda sostenible.

ESCORRENTÍA		
PRECIPITACIÓN	Media acumulada en periodo de estiaje	Media acumulada en periodo lluvioso
Mínima: 1966.17 mm/ año	Mínima: 5 mm	Mínima: 300 mm
Máxima: 2048 mm/año	Máxima: 10 mm	Máxima: 850 mm

Tabla 3 Datos climatológicos del municipio de Zaragoza

2.2 MARCO CONCEPTUAL



2.3 BASE TEÓRICA

2.3.1 Vivienda

Una vivienda se define generalmente como la construcción o el lugar cerrado y cubierto, preparado para que sea habitado por personas y cuya función primordial es dar habitación y refugio a dichas personas, protegiéndose del clima y de otras posibles amenazas (9)

El concepto anterior puede ser muy ambiguo, y es que, podría decirse que una vivienda puede ser entonces un bungalow, una choza, una cueva o cualquier infraestructura que cumpla dicha función. Es por ello que la ONU enlista 7 elementos importantes para que una vivienda se considere adecuada, los cuales son: (10)

- 1) Seguridad a la tenencia
- 2) Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura
- 3) Asequibilidad
- 4) Habitabilidad
- 5) Ubicación
- 6) Adecuación cultural

Las condiciones de la vivienda han sido reconocidas como uno de los principales determinantes de la salud de las personas, dichas condiciones pueden promover o limitar la salud física, mental y social de sus residentes. Según la OMS una vivienda saludable se entiende como una vivienda adecuada que brinde protección contra lesiones evitables, ya sea envenenamiento, exposiciones térmicas y de otro tipo que puedan contribuir a generar enfermedades o padecimientos crónicos, una vivienda adecuada ayuda al desarrollo social y psicológico de las personas (11).

A lo largo del tiempo el crecimiento poblacional ha conllevado a utilizar más recursos, así como también a necesitar de un techo, sin embargo, debido a un gran crecimiento demográfico, la demanda de recursos y de viviendas es más notoria y eso conlleva a estructuras de viviendas no aptas para ser saludables. En la vivienda es donde se reúnen las actividades básicas de saneamiento, es donde convergen y de las cuales depende la calidad de vida y desarrollo de sus habitantes.

El diseño de la vivienda depende principalmente de la ubicación geográfica, del clima y de los factores socio- culturales. Debe estar localizada sobre terrenos seguros, secos, estables, que no se inundan y no cerca de lugares susceptibles de deslizamientos u otros peligros naturales.

La estructura de una vivienda debe cumplir con ciertas características, que son:

- 1) El diseño de la vivienda debe ser adecuado a la ubicación geográfica, el clima y los factores culturales.
- 2) Facilitar y promover los hábitos higiénicos de las personas que la habitan.
- 3) Debe estar construida con materiales no tóxicos a largo y corto plazo.
- 4) Tener espacios y divisiones que brinden privacidad y permitan las actividades hogareñas cotidianas y el desarrollo familiar armónico de sus residentes.
- 5) Ventilación e iluminación que permitan condiciones de renovación del aire interno; la construcción de ventanas amplias que posibiliten el aprovechamiento máximo de la luz natural, además de reducir riesgos de accidentes por la escasa luz que ingrese a la vivienda y reducir costos, adecúa la temperatura y genera comodidad visual de acuerdo a los estándares y normas mínimas saludables.
- 6) El espacio habitacional debe ser mínimo de 2.5 metros por persona para evitar el hacinamiento ya que una vivienda en la que sus habitantes presenten aglomeración, son individuos propensos a diversos padecimientos como por ejemplo a padecer enfermedades virales con más frecuencia, se va a considerar una vivienda en condiciones de hacinamiento cuando cada uno de los dormitorios con los que cuenta sirve en promedio a un número de miembros mayor a tres.
- 7) Los baños y cocinas deben en lo posible tener protección mecánica en la ventilación, como puede ser por medio de mallas en las ventanas o tuberías para evitar el ingreso de vectores.

En El Salvador las viviendas de la zona rural son de materiales como el adobe (ladrillo de tierra), en los casos de pobreza extrema el bahareque (trozos de madera rellenos con piedra y tierra), lamina combinado con pedazos de madera son otros materiales usuales, en cuanto a su diseño y distribución, generalmente suelen tener un corredor abierto al frente con una cocina de leña en un lado de la casa, un espacio para comedor/sala, con escasos cuartos y carentes de los más elementales servicios.

Las condiciones de estas viviendas no solo son un problema de salud para los que las habitan sino también para el ambiente, en la actualidad, el medio ambiente se ve amenazado por diversos factores, ejemplo de ello, la construcción de viviendas sin los estudios ambientales adecuados, proyectos habitacionales o comerciales realizados en zonas de recarga hídrica, afectando directamente al ambiente y la calidad de vida de la población; en el área rural la contaminación de fuentes de agua debido a la mala disposición de excretas y aguas grises es muy frecuente, el recurso suelo también se ve afectado debido a la remoción de vegetación y deforestación para el levantamiento de la vivienda, eso teniendo en cuenta también la mala disposición de los diversos tipos de desechos sólidos que se generan durante la construcción y una vez habitada la vivienda, afectando el acceso a agua de calidad para la población- aledaña y propiciando enfermedades de tipo gastrointestinal entre otras.

2.3.1.1 Vivienda sostenible

Una vivienda sostenible puede entenderse como aquella que toma en cuenta a largo plazo un balance entre el medio ambiente, aspectos sociales, culturales y económicos en acciones de la vivienda como acciones de sus ocupantes. estas deben ser costeables para la población además de que el proceso de planificación y construcción debe producir menos residuos que el proceso de una vivienda tradicional (12) en otras literaturas puede entenderse como casas que se construyen pensando en el bienestar del medio ambiente y que aprovechan los recursos disponibles, ahorrando entre 40% de agua y 30% a 50% de energía, además de reducir las emisiones de CO₂ (13).

También puede definirse como aquella que aprovecha todos los recursos disponibles en el entorno para reducir el consumo energético y minimizar el impacto ambiental de manera que se conserve el medio en el que se ha construido (14). podemos decir entonces que, una vivienda es sostenible cuando cumple las siguientes características:

Zonas verdes: conviene que la edificación esté ubicada cerca de zonas verdes y arboladas, y que integre la vegetación al diseño.

Materiales de construcción: la elección de los materiales de una vivienda sostenible es fundamental, ya que permite alcanzar los máximos niveles de aislamiento térmico. Además, es preciso considerar su ciclo de vida desde la producción hasta el reciclaje. Los materiales más indicados son aquellos que no demandan un gran consumo de energía para su producción o los que tienen un origen renovable; además, deben favorecer procesos constructivos industrializados y ligeros.

Energías renovables: la energía eléctrica se obtiene mediante sistemas de cogeneración, paneles fotovoltaicos o generadores eólicos. Además de aprovechar la luz natural, las edificaciones sostenibles deben utilizar iluminación de bajo consumo, como la que proporciona la tecnología LED.

Criterios bioclimáticos: es imprescindible que el diseño arquitectónico integre las condiciones climáticas del lugar. Para satisfacer las necesidades energéticas de la vivienda se aprovechan los recursos naturales disponibles del entorno: radiación solar, viento, vegetación, ventilación cruzada y sombra natural, entre otros.

Aprovechamiento de aguas residuales o pluviales: conviene que la edificación disponga de sistemas de recolección de agua lluvia o de lavado para utilizarla en otras actividades como el riego de jardines.

Espacios abiertos: es preferible que las construcciones cuenten con espacios abiertos que permitan el paso del aire para lograr una ventilación natural.

Reducción del impacto ambiental en el entorno: la edificación sostenible minimiza su impacto en la naturaleza. Cuanto menor es la intervención, menor es el desequilibrio en el ecosistema.

Además de estos aspectos, son muy importantes los hábitos de consumo que adopte el usuario de la vivienda, ya que serán fundamentales para lograr una transformación que ayude al medio ambiente, a partir de acciones encaminadas a reducir el consumo de energía, el consumo de agua y disminución de la generación de residuos sólidos.

2.3.2 Abastecimiento de agua para consumo humano

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad, es también un elemento que mayor relación tiene con las posibilidades para el desarrollo de distintas formas de vida, es así, como dicho elemento se vuelve indispensable para la supervivencia del ser humano, es decir, que el agua es utilizada por el hombre para sus tareas cotidianas, para consumo, riego y lavado de alimentos, así como también es un medio donde puede obtener energía, alimento, etc. La Organización Mundial de la Salud (OMS) declara que es necesario de 50 y 100 litros de agua por persona al día, para garantizar que se cubren las necesidades básicas y que no surjan grandes amenazas para la salud, sin embargo, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) declara que la dotación de agua no debe ser menor a 20 litros de agua por familia y por día, lo que permite satisfacer sus necesidades básicas elementales.

Generalidades del agua: La tierra está formada aproximadamente de 97% de agua salada y 3% por aguas dulces, estas aguas sufren cambios a través de etapas, a las cuales se les llama ciclo hidrológico que se define como el proceso del agua en todos sus estados y los movimientos que realiza en esos estados. (15) estas etapas son:

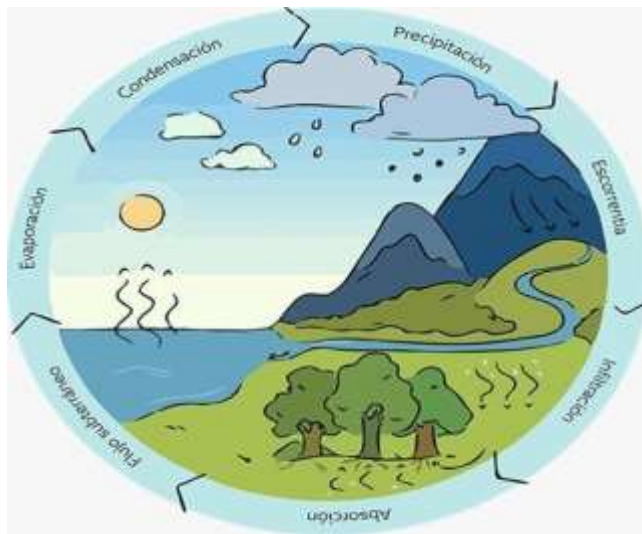


Ilustración 2 Ciclo Hidrológico.

Dentro del ciclo hidrológico el agua puede surgir de diversas fuentes las cuales tiene 3 clasificaciones básicas (15)

1. Aguas atmosféricas o meteóricas:

Proceden directamente de la atmósfera, en forma de lluvia, estas aguas se captan antes de que lleguen a la superficie terrestre; en nuestro país este tipo de agua no es constante y sólo podemos disponer de ella en época de invierno, por ello se debe almacenarse en recipientes para tiempos de verano.

2. Aguas superficiales

Son todos aquellos cuerpos de agua que están presentes en la tierra como, por ejemplo: ríos, lagos, lagunas, deshielos, embalses. Las ventajas de las aguas superficiales son su disponibilidad y se encuentran visibles, son fácilmente alcanzadas para el abastecimiento y su contaminación puede ser removida con diferentes procesos; entre sus desventajas podemos mencionar que se contamina fácilmente por descargas de aguas residuales.

3. Aguas subterráneas

Son todas aquellas aguas que logran filtrarse a través del suelo en las diferentes capas, se filtran en el terreno pudiendo aflorar en forma de manantiales. Las aguas subterráneas se dividen en 2 zonas interconectadas: zona de aireación y zona de saturación, estas se encuentran separadas por el nivel freático.

Zona de aireación (agua del suelo, agua vadosa, agua capilar) sus cavidades están llenas de agua bajo presión hidrostática.

Zona de saturación (agua freática, estrato impermeable, aguas artesianas) las cavidades están llenas de gases atmosféricos y agua, estas se encuentran unidas por atracción molecular, se les llama aguas suspendidas.

2.3.2.1 Sistemas de captación de agua pluvial

Los sistemas de captación del agua pluvial en techos de casas, también conocida como sistemas SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos), son sistemas de cosecha a pequeña escala, como una fuente alterna de abastecimiento, conducida mediante canales y tubos, guiados hacia una pileta o tanque de almacenamiento (MARN), es decir, son tecnologías mediante las cuales se habilita un área de captación en las viviendas con el fin de recolectar el agua de lluvia, para posteriormente conducirla a lugares en donde pueda almacenarse, como por ejemplo cisternas o tanques de almacenamiento, y posteriormente darle el tratamiento adecuado para uso y consumo humano.

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años

Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación

- Número de personas beneficiadas
- Demanda de agua.

a) Captación

El área de captación debe componerse de una superficie impermeable (techo) para recoger el agua de lluvia, debe tener una pendiente y superficie adecuada para que se facilite la esorrentía del agua pluvial hacia el sistema de recolección, la pendiente mínima recomendada debe ser del 2% - 20%, de igual forma las canaletas con sentido del flujo hacia el tubo recolector que entrega a la conducción como se observa en la figura 3.

El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta como mínimo en un 20% del ancho de la canaleta; la distancia entre la parte superior de la canaleta y la parte baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida de agua.

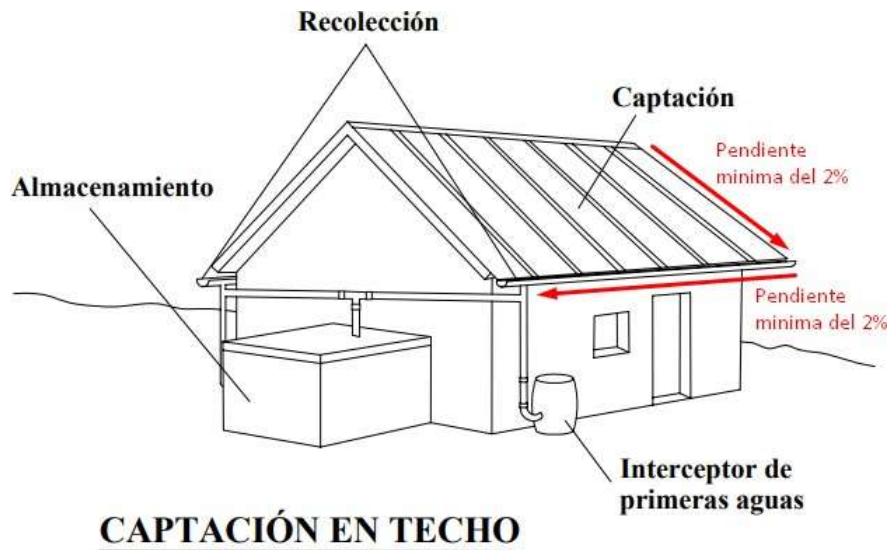


Ilustración 3 Sistema de captación de agua pluvial en techos.

Los materiales para la captación deben ser siempre libres de elementos tóxicos cuando haya degradación del material provocada por medio de los rayos UV o por los elementos del medio ambiente, los materiales aceptables empleados pueden ser loseta de concreto terminación lisa o pulida, loseta de concreto terminación enladrillado, loseta de concreto impermeabilizante acrílico, y el material ideal son el cristal/vidrio, lámina metálica, lámina plástica, fibrocemento o similar, membranas plásticas de HDPE, teja cerámica o similar y loseta cerámica, porcelanato o similar.

La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema.

Dentro del componente de captación, tendremos un subcomponente que se denomina interceptor, también llamado dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentran en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente. En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m^2 de techo (figura 4).

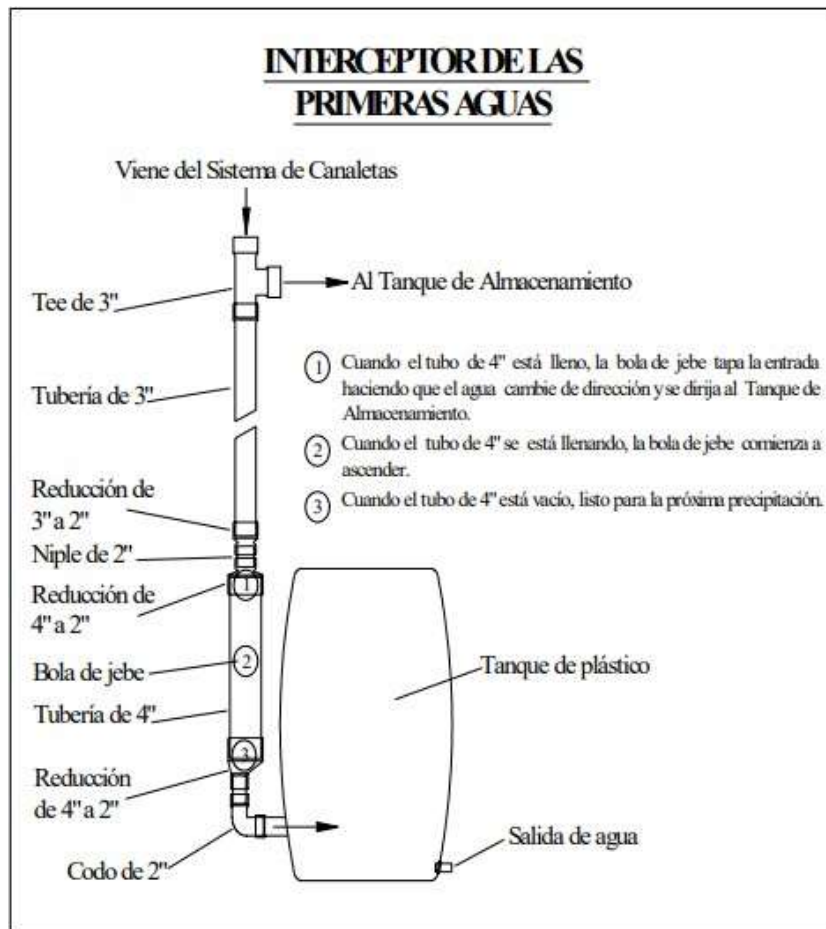


Ilustración 4 Interceptor de primeras aguas

b) Filtración

Una de las principales razones por la que fracasan muchos sistemas de captación de aguas lluvias, es por la calidad del agua recolectada. En varias ocasiones se desarrollan algas y el agua 'se echa a perder' en las cisternas, sobre todo al pasar largos periodos de almacenamiento. Por lo tanto, el tratamiento, filtración y/o desinfección es un elemento clave de cualquier sistema de captación, aunque dependerá del uso final que se le quiera dar al agua; afortunadamente, existe un sinnúmero de tecnologías para tratar y mantener el líquido en buen estado, inclusive por periodos de tiempo prolongados.

La filtración es el proceso por el que se eliminan las partículas sólidas de un fluido líquido o gaseoso mediante el uso de un medio filtrante que permite el paso del fluido mientras retiene las partículas sólidas.

Puede significar el uso de una barrera física, química y/o un proceso biológico. La eliminación de las partículas tiene lugar con procesos que incluyen: el colado, la floculación, la sedimentación y la captura superficial.

Para los sistemas de captación de agua pluvial, se incorporan 2 filtros que son: el filtro de hojas y primeras lluvias con el objetivo de limpiar el agua que cae sobre la cubierta de tu estructura, pues sabemos que por estar expuesto al exterior puede acumular sedimentos.

El primero es el "filtro de hojas", el cual colocaste anteriormente en el canal, impide que los sedimentos voluminosos que

se encuentren en tu cubierta (hojas, por ejemplo) entren al sistema de cosecha de agua lluvia. Después el agua lluvia pasará a un segundo filtro, que lleva por nombre “filtro de primeras lluvias”. Este es una tubería vertical que se encargará de almacenar el agua que provenga de la cubierta en los primeros minutos de lluvia. Esta es el agua más sucia pues es la que está “lavando” el techo.

En la parte inferior de este tubo, deberás colocar una tapa con rosca, la cual podrás poner y quitar para poder dejar salir el agua que ha quedado guardada en esta parte.

c) Conducción

Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC. Figura 5.



Ilustración 5 Sistema de conducción instalado por medio de canaletas

d) Tanque de almacenamiento

El almacenamiento del agua de lluvia se realiza en tanques que deberán tener el volumen necesario para garantizar la dotación establecida, y deberán cumplir con las siguientes características:

1. Impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración.
2. De no más de 2 m de altura para minimizar las sobrepresiones
3. Herméticos: para evitar contaminación, el ingreso de luz solar y la proliferación de insectos.

4. Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias
5. La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
6. Accesible para realizar reparaciones necesarias en el caso de tanques fabricados en sitio.
7. Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje

Los tipos de tanques de almacenamiento de agua de lluvia que pueden ser empleados en el medio rural pudieran ser contruidos con los materiales siguientes:

1. Mampostería para volúmenes menores 100 a 500 L
2. Ferrocemento para cualquier volumen.
3. Concreto para cualquier volumen.

La salida del tanque o depósito de almacenamiento para dar el servicio a la vivienda mediante la toma domiciliaria, consistirá en un tubo de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno o Fierro Galvanizado, el cual contará en el extremo a la salida con una llave o válvula general de control, posterior a esta válvula se instalará la toma domiciliaria correspondiente, la salida de la cisterna o tanque, será de 1 pulgada hasta la válvula de control, hacia la toma será de 1/2".

e) Toma domiciliaria

La toma domiciliaria comenzará desde la llave general ubicada a la salida del tanque de almacenamiento de agua lluvia, se deberá ubicar a 10 cm por encima del fondo del tanque con la finalidad de evitar que llegasen a extraer de la cisterna elementos finos sedimentados en el fondo, el volumen

f) Desinfección

El agua para consumo humano debe estar libre de sustancias químicas, impurezas y de microorganismos patógenos que puedan causar problemas a la salud de las personas, aplicando métodos sencillos de desinfección se podrá garantizar la calidad del agua.

El reglamento técnico salvadoreño de agua de consumo humano. Requisitos de calidad e inocuidad, dice: "Los sistemas de abastecimiento de agua deben cumplir con una concentración de cloro residual libre en el rango de 0,3 mg/L (acometida más alejada del punto de cloración) a 1,1 mg/L (acometida más cercana del punto de cloración) en todos los puntos de la red de distribución".

El primer proceso de desinfección del agua se deberá realizar en el almacenamiento, existen diversos tipos de desinfección, en este caso mencionaremos 2:

Cloración: se hace a partir de compuestos que contienen cloro como el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio, elemento químico que tiene poder destructivo sobre los microorganismos patógenos que son transmisores de enfermedades de origen hídrico, que pueden estar presentes en el agua.

El Hipoclorito de Sodio es una solución que se puede obtener en el comercio (blanqueador de ropa) en concentraciones del 1 al 10%. Las soluciones recomendadas para la desinfección del agua para consumo humano deben tener idealmente una concentración de 5.25%, estar libres de sustancias aromatizantes, colorantes y otros aditivos que son tóxicos para los seres humanos.

El Hipoclorito de Calcio es un producto granulado o en polvo, de color blanco, comercializado en sacos o bolsas en concentraciones desde 20 a 70% de cloro activo, también se consigue en forma de tabletas en concentraciones de 65 y 70% de cloro. Para el uso del hipoclorito de calcio granulado o en polvo en la desinfección del agua para consumo humano se preparan soluciones madre con una concentración de 1 % de cloro disponible, o se agrega directamente al agua almacenada mediante un dispositivo dosificador.

Filtros con Plata Coloidal: es un producto compuesto por nano partículas de plata de alta pureza 0.999, las cuales se encuentran suspendidas en agua destilada y purificada. El diámetro de las partículas oscila entre los 5 a 100 nanómetros, las cuales están cargadas eléctricamente en forma de átomos y unidas a proteínas.

g) Diseño

➤ Bases del diseño

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

1. Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años,
2. Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación,
3. Número de personas beneficiadas, y
4. Demanda de agua.

➤ Criterios de diseño

Este método conocido como: "Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento" toma como base de datos la precipitación de los 10 o 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina a) el área de techo necesario y la capacidad del tanque de almacenamiento, o b) el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Los datos complementarios para el diseño son:

1. Número de usuarios,
2. Coeficiente de escorrentía;
 - ✓ calamina metálica 0.9
 - ✓ tejas de arcilla 0.8 - 0.9
 - ✓ madera 0.8 - 0.9
 - ✓ paja 0.6 - 0.7

3. Demanda de agua.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son: Determinación de la precipitación promedio mensual; a partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 o 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en mm/mes, litros/m² /mes, capaz de ser recolectado en la superficie horizontal del techo.

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

Ecuación 1 Determinación de la precipitación promedio mensual

Donde:

n: número de años evaluados

pi: valor de precipitación mensual del mes "i", (mm)

Ppi: precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados. (mm/mes)

Determinación de la demanda; a partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times x}{Da \times 1000}$$

Ecuación 2 Determinación de la demanda mensual

Donde:

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd: número de días del mes analizado

Dot: dotación (L/personaxdía)

Di: demanda mensual (m³)

Determinación del volumen del tanque de abastecimiento; teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escurrimiento, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}$$

Ecuación 3 Determinación del volumen del tanque de abastecimiento

Donde:

P_{pi}: precipitación promedio mensual (litros/m²)

C_e: coeficiente de escurrimiento

A_c: área de captación (m²)

A_i: Oferta de agua en el mes "i" (m³)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación, se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de oferta y demanda de cada uno de los meses. Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan porque no son capaces de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados. El acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i" podrá determinarse por:

$$A_{a_i} = A_i - \left((i-1) + \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000} \right)$$

Ecuación 4 Determinación de oferta acumulada por mes

$$Da_i = Da_{(i-1)} + (Nu \times Nd_i \times Dd_i)/1000$$

Ecuación 5 Determinación de demanda acumulada por mes

Donde:

A_{ai}: oferta acumulada al mes "i".

D_{ai}: demanda acumulada al mes "i".

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3)$$

Ecuación 6 Determinación del volumen del tanque de almacenamiento necesario para un mes

Donde:

V_i: volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i".

A_i: volumen de agua que se captó en el mes "i".

D_i: volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i".

h) Operación y mantenimiento

A pesar de que el sistema de captación de agua de lluvia tiene una operación relativamente sencilla, es importante cuidar algunos puntos en particular para garantizar su adecuado funcionamiento.

1. Limpia el techo regularmente, asegurando que esté limpio previo a la temporada de lluvias y una vez que hayan llegado.
2. Limpiar la canaleta de agua lluvia antes de la temporada lluviosa y una vez que empiece a llover es recomendable que limpies el canal después de una tormenta fuerte.
3. Limpia el filtro de hojas una vez pasadas las lluvias, haciendo uso de un cepillo y agua limpia lamalla.
4. Vacía el filtro de primeras lluvias removiendo la rosa inferior de forma que salga toda el agua lluvia almacenada en este sitio.
5. Limpia el tanque periódicamente al finalizar la época seca e inicio de las lluvias, cuando el nivel del tanque de almacenamiento se encuentra al mínimo, se deberá vaciar toda el agua y recolectarla en otros recipientes para su posterior uso, realizando acciones de limpieza como sigue:
 - ✓ Limpiar las paredes y el fondo con una escoba suave.
 - ✓ Usar agua limpia con jabón neutro (no detergentes).
 - ✓ Esparcir la solución con la escoba.
 - ✓ Esperar media hora.
 - ✓ Enjuagar con agua limpia.
 - ✓ Retirar toda el agua utilizada en la limpieza.

6. Cada seis meses verificar que no existan fugas, en su caso repararlas mediante el sellado de la misma por la parte externa.
7. Al inicio de cada mes, limpiar las áreas cercanas al tanque de almacenamiento, eliminando maleza y otros materiales que pudieran convertirse en criaderos de vectores contaminantes.
8. Al inicio de cada mes, para mantener en buen estado el agua ya almacenada se debe agregar 3 ml de sulfato de cobre por cada metro cúbico de agua, en caso de no disponer de sulfato de cobre, se podrá agregar cloro con el mismo efecto. Para que el usuario conozca el volumen al interior del depósito, se deberá instalar una regla de medición al exterior con la escala de niveles que indiquen el volumen que se encuentra almacenado en la cisterna o tanque.
9. Al inicio de cada semana se deberá revisar que no existan insectos o pequeños animales en el sistema de captación, en su caso eliminarlos.

2.3.3 RESIDUOS SÓLIDOS Y EXCRETAS

a) Residuos sólidos y su clasificación (16)

Un residuo sólido se define como el “material o energía resultante de la ineficiencia de los procesos y actividades, que no tienen uso directo y es descartado permanentemente”

Los residuos sólidos comunes o municipales: Son los que se originan en la actividad doméstica y comercial de ciudades y pueblos. Los residuos domésticos no se consideran normalmente peligrosos, dado que casi siempre son materiales que han sido manipulados por personas antes de desecharse. Sin embargo, su composición puede ser muy variable, dependiendo del modo de vida del generador.

Residuos radiactivos: Todos los residuos que contengan o se encuentren contaminados por radionucleidos cuya concentración o propiedades puedan ser el resultado de actividad humana. Elementos radiactivos de distinto tipo se emplean en varias actividades como aplicaciones de la medicina, industria, investigación, etc.

- Manejo de los residuos sólidos

Por las características propias de los residuos sólidos estos se les dispone de la siguiente manera:

Residuos comunes: Consisten en residuos orgánicos e inorgánicos de zonas residenciales y de establecimientos comerciales; su gestión es administrada por la alcaldía del lugar.

Desechos peligrosos: Estos desechos son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medioambiente cuando son

manejados en forma inapropiada.

Según la ley de medio ambiente de El Salvador son aquellos que presenten las siguientes características, por lo que su gestión o manejo es por separado de los Residuos Sólidos Comunes o Urbanos, estos pueden ser:

1. Gases inflamables, no inflamables y venenosos
2. Líquidos inflamables
3. Sólidos inflamables, sustancias de combustión espontánea y sustancias que reaccionen con el agua
4. Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
5. Sustancias venenosas y sustancias infecciosas
6. Sustancias radiactivas
7. Sustancias corrosivas
8. Materiales peligrosos misceláneos

- Disposición Final (17)

La disposición final de desechos se refiere a la etapa final de manejo del residuo, el cual consiste en transportar los desechos a un lugar de manera permanente para seguir un tratamiento sanitario y ambientalmente seguro; las alternativas de disposición final son:

Vertido: Se refiere, a desechar las sustancias líquidas, sólidas o pastosas, previamente desactivadas las cuales ya no representan ningún peligro, ya sea en aguas residuales o en un vertedero.

Vertido de sólido: Los desechos sólidos pueden ser descartados sin ningún problema, siendo desechado de acuerdo a las normas vigentes y que ya no representen un daño mayor al ambiente del que por sí sola representa, es decir que no sea un residuo o desecho peligroso, en donde tenga características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas inflamable, irritante, infecciosas o radiactivas, estos deben de ser desactivados antes de descartarlos.

Incineración: La incineración como parte de la gestión de desechos y residuos, consiste en el sometimiento de altas temperaturas las cuales en presencia del oxígeno provoca la destrucción de forma parcial o total y garantiza la oxidación de los compuestos orgánicos y evita la formación de sub-productos que pudieran ser tóxicos.

Relleno sanitario (18): Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población. Incluso con la implantación de la reducción de residuos, del reciclaje y de las tecnologías de transformación, la evacuación en vertederos de los rechazos procedentes de los residuos

sólidos sigue siendo un componente importante dentro de una estrategia para la gestión integral de residuos sólidos. Estos se pueden clasificar según las características de los residuos en 3 tipos:

Clasificación	Tipo de desecho
Tipo I	Residuos peligrosos
Tipo II	Residuos singulares
Tipo III	Residuos sólidos urbanos

Tabla 4 Clasificación de relleno sanitario

Abono: Técnicamente hablando, es factible la compostificación de residuos biodegradables (Ej. desechos provenientes de la industria alimenticia), pero es muy baja la posibilidad de comercializar el compost producido de los residuos de la industria química orgánica y por la posibilidad de bio acumulación de algunos químicos orgánicos resistentes.

b) Disposición sanitaria de excretas (19)

Son el conjunto de deposiciones orgánicas de humanos y animales. Cuando estas no se eliminan adecuadamente pueden provocar daños a la salud de las personas. Ante un manejo y una disposición inadecuados de las excretas se producen enfermedades tales como:

Infecciones parasitarias: ascariasis (causada por una lombriz parasitaria intestinal llamada *Ascaris lumbricoides*), oxiuriasis (por un gusano parasitario intestinal llamado *Oxiuro enterobius*), esquistosomiasis (por un gusano de agua dulce), entre otras.

Enfermedades diarreicas agudas: cólera, infecciones gastrointestinales, amebiasis y disentería.

Hepatitis A: en general se transmite de persona a persona, al ponerse en la boca un objeto contaminado con las heces de la persona infectada con este virus, dentro de lo que se denomina ruta "ano, mano, boca".

- Disposición sanitaria de excretas

Una forma de clasificar esta disposición es considerando el uso o no de agua de arrastre. Se divide en tres tipos de sistemas:

Sistema estático: Se denomina así cuando no hay arrastre de agua, es decir, no se emplea agua en el manejo de las heces. La más elemental y primitiva forma es la defecación al aire libre o a cielo abierto.

Letrina: El sistema estático comúnmente empleado para evitar defecar al aire libre es la letrina, el cual, es un modo de disposición sanitaria de excretas que disminuye el riesgo de propagación de enfermedades; con algunos cuidados especiales, evita la presencia de moscas que las propagan; La letrina se compone de tres partes:

1. Pozo en la tierra.
2. Bloque o losa, de no mucho espesor, que es el piso.
3. Casilla.

Es el método más sencillo y económico de separar o aislar el excremento de los seres humanos. Una letrina de pozo o retrete de pozo acumula el excremento humano en un pozo cavado en el suelo. Estas son letrinas secas, en donde no hay, ni debe haber, arrastre de agua.



Ilustración 6 Letrina con sistema estático

Sanitario seco con desviación de orina: En este caso se separa la orina de las heces, recogiendo estas en un recipiente o taza para su posterior compostaje. La orina se colecta en bidones.

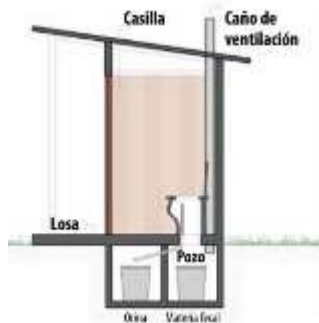


Ilustración 7 Sanitario seco con desviación de orina

Sistema semidinámico: Para este tipo de sistema la eliminación de excretas se realiza mediante arrastre de agua. Se denominan aguas residuales a la mezcla de excretas con el agua que las arrastra. En el caso de una vivienda, se las llama aguas residuales domésticas.

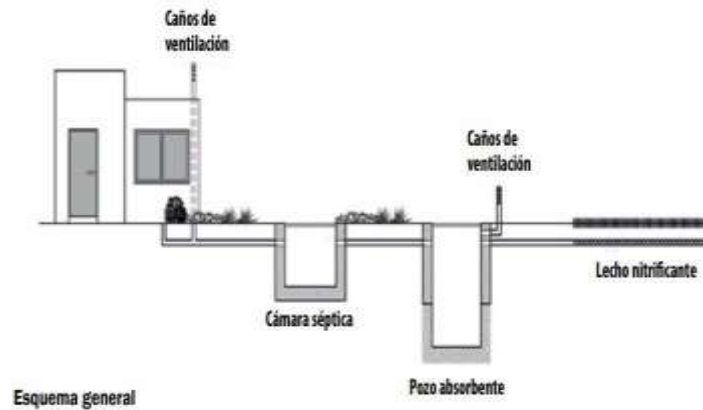


Ilustración 8 Esquema general de un sistema semidinámico

- Componentes del sistema semidinámico domiciliario

Cámara de retención de grasas: Es la primera unidad del sistema y sirve para separar la materia flotante del efluente y así favorecer la eficiencia de la cámara séptica.

Cámara séptica: Es la primera unidad importante en el tratamiento, consiste en un recinto o estanque cubierto y hermético, construido generalmente de ladrillo, hormigón u otro material de albañilería (hoy en día también es común el uso de tanques plásticos).

Pozo absorbente: Es una excavación en el terreno, con un diámetro variable (1,5 a 2,5 metros) y una profundidad determinada. En este pozo se vacían las aguas provenientes de la cámara séptica o biodigestor, que se infiltran en el terreno. Esta infiltración sirve para “depurar” el líquido por medio de los microorganismos propios del suelo.

Campo de infiltración: Son tuberías colocadas en zanjas rellenas con material pétreo, cubiertas por tierra. Distribuye el efluente proveniente del tratamiento primario o cámaras sépticas y lo incorpora al subsuelo a través de un proceso de infiltración.

Sistema dinámico: En este caso las aguas residuales producidas en viviendas, comercios, industrias y todo establecimiento que conforma una comunidad (ciudad, pueblo, etc.) son evacuadas a un sistema de cañerías denominado alcantarillado, cloaca o red de desagües.

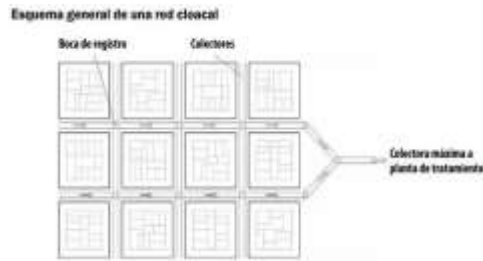


Ilustración 9 Esquema de una red cloacal perteneciente a un sistema dinámico

Las bocas o pozos de registro: Son estructuras, normalmente de hormigón, que se emplean para poder acceder a la red de alcantarillado para tareas de limpieza y/o mantenimiento.

Plantas de tratamiento de efluentes cloacales: Los líquidos recolectados por un sistema cloacal se conducen hacia instalaciones especialmente diseñadas, donde se les realizan tratamientos físicos y biológicos para disminuir la carga contaminante, fundamentalmente en cuanto a materia orgánica y bacterias.

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Se construye de poca profundidad (2 a 4 metros) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días). Este es uno de los métodos naturales más importantes y sencillos para el tratamiento de aguas residuales. Son ampliamente utilizadas en climas cálidos, donde funcionan en forma óptima, porque el calor y la elevada irradiación solar favorecen la remoción natural de materia orgánica y microorganismos patógenos.

2.3.3.1 Biodigestores

Un biodigestor es un tanque cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas (en ausencia de aire) en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso (aguas residuales), para dar como resultado biogás el cual puede reemplazar al gas natural (de garrafas o red pública). El residuo, luego de ser descompuesto, se utiliza como biofertilizante. El biodigestor puede ser construido con diversos materiales como ladrillo y cemento, metal o plástico. (20)

Para que un digestor de residuos orgánicos opere en forma correcta, deberá reunir las siguientes características:

1. Ser hermético con el fin de evitar la entrada de aire, el que interfiere con la digestión anaeróbica y a la vez, impedir las fugas del biogás producido
2. Estar térmicamente aislado para evitar cambios bruscos de temperatura, lo que usualmente se consigue construyéndolos enterrados.

3. Aun no siendo en recipiente de alta presión, el contenedor primario de gas deberá contar con una válvula de seguridad.
 4. Contar con medios para efectuar la carga y descarga del sistema.
 5. Tener acceso para el mantenimiento.
 6. Contar con un medio para romper las natas o costras que se forman.
- a) Producción de biogás por biodigestores

El biogás es un combustible, una mezcla de gases compuesta, en su mayor parte, por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) en proporciones que varían según el residuo con el cual se alimenta al biodigestor y habitualmente rondan en un 50% de CH₄. Esta mezcla de gases es obtenida en el proceso de digestión anaerobia que libera la energía química contenida en la materia orgánica. Con las adaptaciones pertinentes, se puede utilizar en reemplazo de cualquier combustible gaseoso o líquido en cocinas, calentador de agua, estufas, pantallas calefactoras, generadores, heladeras a gas y otros. Tiene un poder calorífico menor al del Gas Envasado y al del Gas Natural, es decir que necesitaremos más cantidad de biogás que de los otros combustibles para generar la misma cantidad de calor aproximadamente. Se puede mencionar que 1.000 litros de biogás equivalen a 0.5 litros de Gas Envasado. En el caso de las excretas humanas se puede llegar a tener una disponibilidad de 0.40 kg/día que equivale en volumen de biogás a 0.06 m³/kg Húmedo y 0.025 m³/día.

El biogás se encuentra dentro del campo de las Energías Renovables, ya que se produce a partir de materia orgánica, es decir, materia de origen animal o vegetal, que es una fuente renovable de energía.

La primera fase para la biodigestión es la hidrólisis de partículas y moléculas complejas (proteínas, carbohidratos y lípidos) que son hidrolizadas por enzimas extracelulares producidas por los microorganismos acidogénicos o fermentativos. Como resultado se producen compuestos solubles más sencillos (aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga) que serán metabolizados por las bacterias acidogénicas dando lugar, principalmente, a ácidos grasos de cadena corta, alcoholes, hidrógeno, dióxido de carbono y otros productos intermedios.

Los ácidos grasos de cadena corta son transformados en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, mediante la acción de los microorganismos acetogénicos. Por último, los microorganismos metanogénicos producen metano a partir de ácido acético, H₂ y CO₂.

Los estudios bioquímicos y microbiológicos realizados hasta ahora, dividen el proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica en cuatro fases o etapas:

Hidrólisis: La materia orgánica polimérica no puede ser utilizada directamente por los microorganismos a menos que se hidrolicen en compuestos solubles, que puedan atravesar la pared celular. La hidrólisis es el primer paso necesario para la degradación anaeróbica de sustratos orgánicos complejos. Por tanto, es el proceso de hidrólisis el que proporciona sustratos orgánicos para la digestión anaeróbica. La hidrólisis de estas moléculas complejas es llevada a cabo por la acción de enzimas extracelulares producidas por microorganismos hidrolíticos.

La etapa hidrolítica puede ser el proceso limitante de la velocidad global del proceso sobre todo cuando se tratan residuos con alto contenido de sólidos. Además, la hidrólisis depende de la temperatura del proceso, del tiempo de retención hidráulico, de la composición bioquímica del sustrato (porcentaje de lignina, carbohidratos, proteínas y grasas), del tamaño de partículas, del nivel de pH, de la concentración de NH_4^+ y de la concentración de los productos de la hidrólisis.

Cualquier sustrato se compone de tres tipos básicos de macromoléculas: hidratos de carbono, proteínas y lípidos.

Las proteínas constituyen un sustrato muy importante en el proceso de digestión anaeróbica debido a que además de ser fuente de carbono y energía, los aminoácidos derivados de su hidrólisis tienen un elevado valor nutricional. Las proteínas son hidrolizadas en péptidos y aminoácidos por la acción de enzimas proteolíticas llamadas proteasas. Parte de estos aminoácidos son utilizados directamente en la síntesis de nuevo material celular y el resto son degradados a ácidos volátiles, dióxido de carbono, hidrógeno, amonio y sulfuro en posteriores etapas del proceso.

La degradación de los lípidos en ambientes anaeróbicos comienza con la ruptura de las grasas por la acción de enzimas hidrolíticas denominadas lipasas produciendo ácidos grasos de cadena larga y glicerol. La velocidad de degradación de los materiales lignocelulósicos compuestos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, es tan lenta que suele ser la etapa limitante del proceso de hidrólisis. Esto es debido a que la lignina es muy resistente a la degradación por parte de los microorganismos anaeróbicos afectando también a la biodegradabilidad de la celulosa, de la hemicelulosa y de otros hidratos de carbono.

Los principales productos de la hidrólisis de la celulosa son celobiasa y glucosa, mientras que la hemicelulosa produce pentosas, hexosas y ácidos urónicos. La tasa de hidrólisis, en general, aumenta con la temperatura. La tasa de hidrólisis depende, también, del tamaño de las partículas, debido fundamentalmente a la disponibilidad de superficie para la adsorción de las enzimas hidrolíticas. Los pretratamientos físico-químicos, cuyo principal efecto es la reducción del tamaño de las partículas, producen un aumento en la tasa de hidrólisis, y si esta fase es la limitante del proceso anaerobio, supone un beneficio para el proceso general, produciendo menores tiempos de retención y tamaños de reactor menores.

Etapa fermentativa o acidogénica: Durante esta etapa tiene lugar la fermentación de las moléculas orgánicas solubles en compuestos que puedan ser utilizados directamente por las bacterias metanogénicas (acético, fórmico, H₂) y compuestos orgánicos más reducidos (propiónico, butírico, valérico, láctico y etanol principalmente) que tienen que ser oxidados por bacterias acetogénicas en la siguiente etapa del proceso.

La importancia de la presencia de este grupo de bacterias no sólo radica en el hecho que produce el alimento para los grupos de bacterias que actúan posteriormente, sino que, además eliminan cualquier traza del oxígeno disuelto del sistema. Este grupo de microorganismos, se compone de bacterias facultativas y anaeróbicas obligadas, colectivamente denominadas bacterias formadoras de ácidos.

Etapa acetogénica: Mientras que algunos productos de la fermentación pueden ser metabolizados directamente por los organismos metanogénicos (H₂ y acético), otros (etanol, ácidos grasos volátiles y algunos compuestos aromáticos) deben ser transformados en productos más sencillos, como acetato (CH₃ COO⁻) e hidrógeno (H₂), a través de las bacterias acetogénicas.

Representantes de los microorganismos acetogénicos son Syntrophomonas wolfei y Syntrophobacter wolini. Un tipo especial de microorganismos acetogénicos, son los llamados homoacetogénicos. Este tipo de bacterias son capaces de crecer heterotróficamente en presencia de azúcares o compuestos monocarbonados (como mezcla H₂ /CO₂) produciendo como único producto acetato. Al contrario que las bacterias acetogénicas, éstas no producen hidrógeno como resultado de su metabolismo, sino que lo consumen como sustrato. Según se ha estudiado, el resultado neto del metabolismo homoacetogénico permite mantener bajas presiones parciales del hidrógeno y, por tanto, permite la actividad de las bacterias acidogénicas y acetogénicas

A esta altura del proceso, la mayoría de las bacterias anaeróbicas han extraído todo el alimento de la biomasa y, como resultado de su metabolismo, eliminan sus propios productos de desecho de sus células. Estos productos, ácidos volátiles sencillos, son los que van a utilizar como sustrato las bacterias metanogénicas en la etapa siguiente.

Etapa metanogénica: un amplio grupo de bacterias anaeróbicas estrictas, actúa sobre los productos resultantes de las etapas anteriores. Los microorganismos metanogénicos pueden ser considerados como los más importantes dentro del consorcio de microorganismos anaerobios, ya que son los responsables de la formación de metano y de la eliminación del medio de los productos de los grupos anteriores, siendo, además, los que dan nombre al proceso general de biometanización.

Los microorganismos metanogénicos completan el proceso de digestión anaeróbica mediante la formación de metano a partir de sustratos monocarbonados o con dos átomos de carbono unidos por un enlace covalente:

acetato, H₂ /CO₂, formato, metanol y algunas metilaminas. Los organismos metanogénicos se clasifican dentro del dominio Archaea y tienen características comunes que los diferencian del resto de procariontes. Se pueden establecer dos grandes grupos de microorganismos, en función del sustrato principal que metabolizan: hidrogenotróficos, que consumen H₂ /CO₂ y fórmico y acetoclásticos, que consumen acetato, metanol y algunas aminas.

Un 70% del metano producido en los reactores anaeróbicos se forma a partir de la descarboxilación de ácido acético, a pesar de que, mientras todos los organismos metanogénicos son capaces de utilizar el H₂ como aceptor de electrones, sólo dos géneros pueden utilizar acetato. Los dos géneros que tienen especies acetotróficas son Methanosarcina y Methanothrix. El metano restante proviene de los sustratos ácido carbónico, ácido fórmico y metanol. El más importante es el carbónico, el cual es reducido por el hidrógeno, también producido en la etapa anterior.

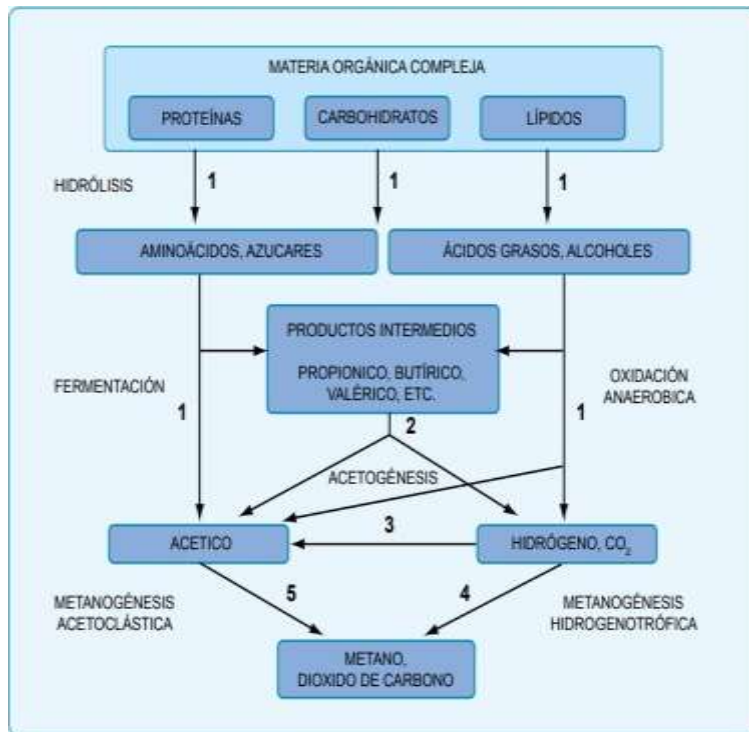
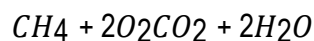


Ilustración 10 Esquema de reacción de la digestión anaeróbica de materiales poliméricos

b. Generación de energía térmica por fermentación metánica (22)

Principios de la combustión: La combustión es una reacción química en la cual ocurre una rápida oxigenación/oxidación del biogás. La combustión completa puede ser representada por la siguiente ecuación química:



El requerimiento de aire mínimo sería del 21% pero esta cifra debe ser aumentada para lograr una buena combustión. La relación aire-gas puede ser optimizada aumentando la presión del aire, incrementando la apertura de la válvula dosificadora de gas (el biogás requiere de una apertura 2 a 3 veces mayor a la utilizada por el metano puro y modificando la geometría del paso de aire desde el exterior). La presión adecuada para un óptimo uso del biogás oscila entre los 7 y los 20 mbar. Se debe tener especial precaución en este aspecto, para lo cual se debe calcular las pérdidas de presión de salida del gasómetro (adicionándole contrapesos en el caso de gasómetros flotantes).

Valores	Biogás*	Gas Natural	Gas propano	Gas Metano	Hidrog.
Valor Calorífico (Kwh/m3)	7.0	10	26	10	3
Densidad (t/m3)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Límite de explosión (%de gas en el aire)					
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m3/m3)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

*Composición promedio del biogás: CH₄ (65%) - CO₂ (35%)

Tabla 5 Energía equivalente (Valor Energético) Biogás vs otras fuentes

- Aplicaciones del biogás

Existen diversas opciones para la utilización del biogás. Dentro de éstas destacan la producción de calor o vapor, generación de electricidad y combustible de vehículos.

Producción de calor o vapor: El uso más simple del biogás es para la obtención de energía térmica (calor). En aquellos lugares donde los combustibles son escasos, los sistemas pequeños de biogás pueden proporcionarla energía calórica para actividades básicas como cocinar y calentar agua. Los sistemas de pequeña escala también se pueden utilizar para iluminación.

Los quemadores de gas convencionales se pueden adaptar fácilmente para operar con biogás, simplemente cambiando la relación aire-gas. El requerimiento de calidad del biogás para quemadores es bajo. Se necesita

alcanzar una presión de gas de 8 a 25 mbar y mantener niveles de H₂S inferiores a 100 ppm para conseguir un punto de rocío de 150°C. 4.2.2

Generación de electricidad o combinación de calor y electricidad: Los sistemas combinados de calor y electricidad utilizan la electricidad generada por el combustible y el calor residual que se genera. Algunos sistemas combinados producen principalmente calor y la electricidad es secundaria. Otros sistemas producen principalmente electricidad y el calor residual se utiliza para calentar el agua del proceso. En ambos casos, se aumenta la eficiencia del proceso en contraste si se utilizará el biogás sólo para producir electricidad o calor.

Las turbinas de gas (microturbinas, desde 25 hasta 100 kW y turbinas grandes, > 100 kW) se pueden utilizar para la producción de calor y energía, con una eficiencia comparable a los motores de encendido por chispa y con un bajo mantenimiento. Sin embargo, los motores de combustión interna son los usados más comúnmente en este tipo de aplicaciones. El uso de biogás en estos sistemas requiere la remoción de H₂S (bajo 100 ppm) y vapor de agua. Las celdas de combustible se consideran las plantas de energía a pequeña escala del futuro para la producción de electricidad y calor con una eficiencia superior al 60% y bajas emisiones.

Combustible para vehículos: El uso vehicular del biogás es posible y en la realidad se ha empleado desde hace bastante tiempo. Para esto, el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural, para usarse en vehículos que se han acondicionado para el funcionamiento con gas natural.

El gas obtenido por fermentación tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110 lo cual lo hace muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, por otro lado, una desventaja es su baja velocidad de encendido.

- Purificación o acondicionamiento del biogás

El biogás (CH₄ - CO₂) no es absolutamente puro, contiene partículas y trazas de otros gases. Todas estas impurezas deben ser removidas dependiendo del tipo de utilización que tendrá el biogás. La purificación del biogás es importante por dos razones principales:

- ✓ para aumentar el poder calorífico del biogás
- ✓ cumplir los requerimientos de algunas aplicaciones de gas (motores, calderas, celdas de combustible, vehículos, etc.).

Los propósitos de purificación y/o acondicionamiento del biogás se resumen en la siguiente figura.

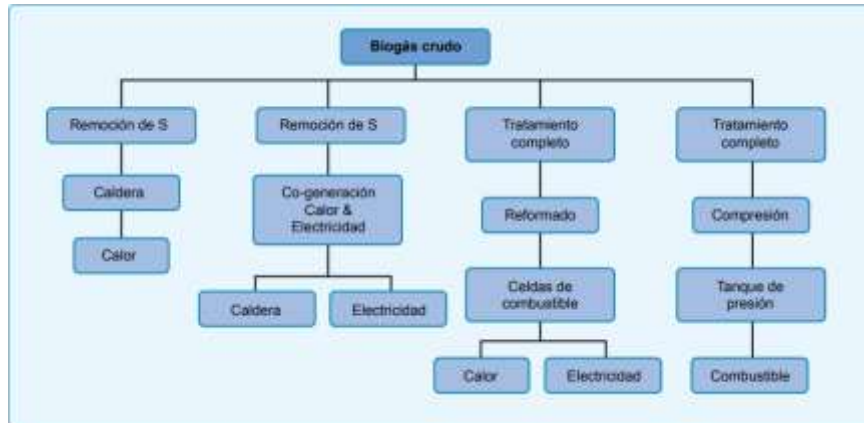


Ilustración 11 Alternativas de utilización de biogás y sus requerimientos de purificación

c. Tipos de biodigestores. (22)

Los biodigestores varían ampliamente de acuerdo con su complejidad y utilización. Los más sencillos caen dentro de la clasificación de digestores discontinuos o de cargas por lotes y los más complejos se caracterizan por poseer dispositivos que permiten alimentarlos, proporcionándoles calefacción y agitación. Resulta conveniente clasificarlos según su modo de operación con relación a su alimentación o carga en los siguientes tipos:

Continuos: Cuando la alimentación del digestor es un proceso ininterrumpido, el efluente que descarga es igual al afluente o material de carga (que entra al digestor), con producciones de biogás, uniformes en el tiempo. Son utilizados principalmente para el tratamiento de aguas negras. Corresponde a plantas de gran capacidad, tipo industrial, en las cuales se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionándoles calefacción y agitación, así como para su control.

Semi continuos: Cuando la primera carga que se introduce al digestor consta de una gran cantidad de materias primas. Posteriormente, se agregan volúmenes de nuevas cargas de materias primas (afluente), calculados en función del tiempo de retención hidráulico (TRH) y del volumen total del digestor. Se descarga el efluente regularmente en la misma cantidad del afluente que se incorporó. Este proceso es usado en el medio rural, cuando se trata de sistemas pequeños para uso doméstico. Los diseños más populares son el digestor Indiano y chino.

Discontinuos o régimen estacionario: Los digestores se cargan con las materias primas en una sola carga o lote. Después de un cierto período de fermentación, cuando el contenido de materias primas disminuye y el rendimiento de biogás decae a un bajo nivel, se vacían los digestores por completo y se alimentan de nuevo dando inicio a un nuevo proceso de fermentación. Esto se conoce también como digestores Batch o Batelada.

MODELO CHINO.

Los digestores de este tipo son tanques cilíndricos con el techo y el piso en forma de domo y se construyentotalmente enterrados (FAO, 1986).

Al iniciar el proceso, el digestor se llena con residuos agrícolas compostados mezclados con lodos activos dentro digestor, a través de la cubierta superior, que es removible. Una vez cargado así, es alimentado diariamente con los residuos que se encuentren disponibles, provenientes de la letrina y de los animales domésticos, a través del tubo de carga el cual llega a la parte media del digestor.

En este tipo de digestores no existe gasómetro, almacenándose el biogás dentro del sistema. A medida queaumenta el volumen del gas almacenado en el domo del digestor, aumenta su presión forzando al líquido, en los tubos de entrada y salida a subir y llegándose a alcanzar presiones de hasta 100 cm de columna de agua. Se generan entre 0.15 y 0.20 volúmenes de gas por volumen de digestor/día.

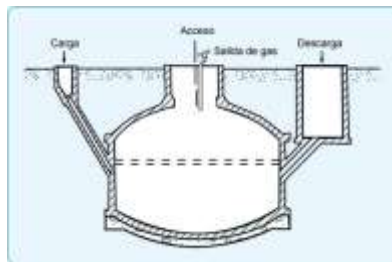


Ilustración 12 Biodigestor modelo chino

MODELO INDIANO

En general son enterrados y verticales, semejando a un pozo. Se cargan por gravedad una vez al día, con un volumen de mezcla que depende del tiempo de fermentación o retención y producen una cantidad diaria más o menos constante de biogás si se mantienen las condiciones de operación.

El gasómetro está integrado al sistema, o sea que, en la parte superior del pozo flota una campana donde se almacena el gas. De esta forma, la presión del gas sobre la superficie de la mezcla es muy baja, de alrededor de 30 cm de columna de agua. Con esta campana se logra, además, una presión constante, lo que permite una operación eficiente de los equipos a los que alimenta. La campana también ayuda al rompimiento de la espuma que se forma en muchos biodigestores

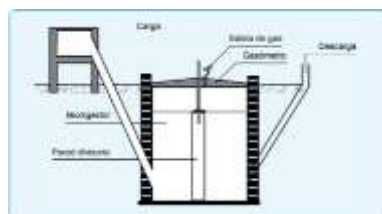


Ilustración 13 Biodigestor modelo indiano

BIODIGESTORES HORIZONTALES.

Estos digestores se construyen generalmente enterrados, son poco profundos y alargados, semejando un canal, con relaciones de largo a ancho de 5:1 hasta 8:1 y sección transversal circular, cuadrada o en "V". Se operan a régimen semi continuo, entrando la carga por un extremo del digestor y saliendo los lodos por el extremo opuesto.

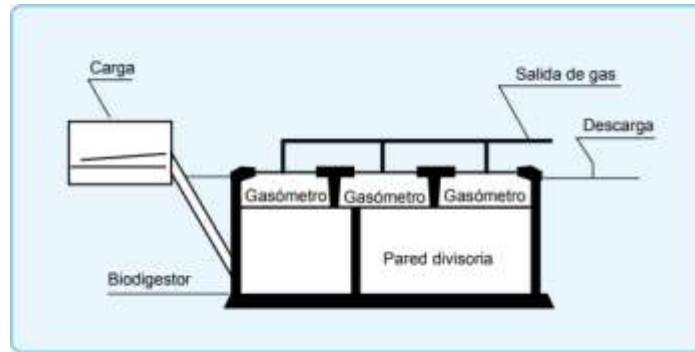


Ilustración 14 Biodigestor modelo horizontal

DIGESTOR BATCH (DISCONTINUO O RÉGIMEN ESTACIONARIO).

Este tipo consiste en una batería de tanques o depósitos herméticos (digestores) con una salida de gas conectada con un gasómetro flotante, donde se almacena el biogás. El objetivo de disponer de más un digestor es tener siempre uno de ellos en carga o en descarga, mientras el resto se encuentra en producción de biogás. La alimentación o carga del digestor con la materia prima, sólida, seca, se realiza por lotes (discontinua) y la carga de los residuos estabilizados se efectúa una vez que ha finalizado la producción de biogás.

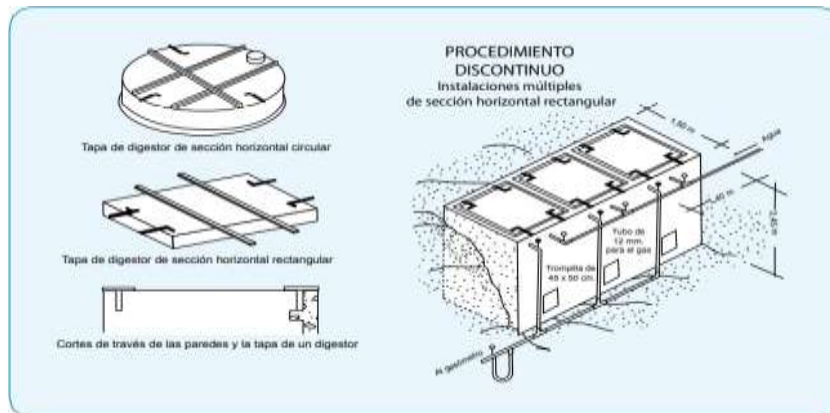


Ilustración 15 Digestor Batch

COMPONENTES PRINCIPALES DE UN BIODIGESTOR (23)

Los principales componentes que debe tener un biodigestor son:

– **Tubo de admisión**

Es un tubo de plástico de 20 a 30 cm de diámetro, que debe usarse para la admisión de desechos y debe sumergirse en los residuos al menos a 15 cm de profundidad, lo cual previene el escape del metano, es necesario utilizar un pozo para limpiar el material celulítico antes de ingresar al biodigestor, porque este puede obstruir con facilidad la entrada de este.

– **Fermentador y bolsa de almacenamiento**

Este es el principal componente del biodigestor y la bolsa de almacenamiento está en la parte superior del biodigestor. El tamaño del fermentador depende de la cantidad de desechos a fermentar por 0.3 m³, pero este no debe ser muy grande, si la cantidad de desechos a tratar es elevada se pueden conectar cámaras múltiples por medio del tubo plástico este sistema posee una mayor área superficial es muy eficiente, su limitante es que puede resultar muy costoso.

– **Tubo del afluente**

El diámetro del tubo debe ser de 4 a 6 pulgadas de material de plástico, este se localiza por debajo del tubo de entrada en el lado opuesto del digestor, el tubo del afluente también debe ser sumergido a 15 cm de profundidad del fermentador para prevenir el escape del gas, se debe mantener el flujo constante.

– **Tubo de metano**

Este tubo se ubica en la parte de la bolsa de almacenamiento de metano, este tubo debe tener 2 pulgadas de diámetro y se usa para transportar el biogás a su lugar de uso, el tubo posee una salida que está sumergida en agua y que drena la humedad condensada.

– **Dispositivo de seguridad**

Este se utiliza para prevenir la ruptura del fermentador debido a presiones altas de la fermentación anaeróbica de los desechos. Consiste en una botella de al menos 10 cm de profundidad insertada el tubo de salida, cuando la presión del digestor es mayor a la del agua, se libera el biogás.

– **Tubo de limpieza**

El lodo que se sedimenta en el fondo del biodigestor debe ser removido cada dos años, la tubería sirve para evacuar estos lodos por mecanismos como bombeo, se pueden disponer cuando el biodigestor es muy largo de un tubo en un extremo del biodigestor y otro tubo en la mitad del mismo.

OPERACIÓN (21)

a) Dilución

Siempre que se alimente el biodigestor con residuos orgánicos, es necesario colocar la misma cantidad en volumen de agua. Por ejemplo, si se carga 10kg de residuo, se debe agregar 10lt de agua. Para cargar el biodigestor se necesita un recipiente, balde o similar, que nos ayude a visualizar el volumen de residuos que se carga. Luego de medido el sólido en el balde, éste se volcará en la cámara de carga y luego se agregará la misma cantidad de agua que arrastrará los residuos hacia la cámara de digestión. Simultáneamente se producirá la descarga que también debe ser recogida en tachos o baldes para utilizarla luego como abono. Si durante la carga llegara a formarse un tapón con los residuos agregados, éste puede removerse fácilmente empujándolo con una varilla hacia adentro del caño de carga.

Residuos (por 1 kg)	Agua
Estiércol vacuno	1 a 1.5lt
Estiércol porcino	1lt
Estiércol de pollo parrillero (cama de aserrín)	2 a 2.5lt
Estiércol de gallinas ponedoras	2 a 2.5lt
Desechos vegetales de huerta	1lt
Residuos amiláceos o azucarados (papa, remolacha)	1lt
Residuos de comida	1lt
Sorgo	5lt

Tabla 6 Relación entre tipo de residuo y cantidad de agua que se necesita para la dilución

b) Agitación

Cada vez que se alimenta el biodigestor debe agitarse. La agitación produce que el sustrato cargado entre en íntimo contacto con las bacterias que se encuentran dentro del biodigestor. Por eso se recomienda agitar lentamente el mayor tiempo posible, luego de haber realizado la carga. Es recomendable agitar el digestor varias veces por día, y siempre que se lo alimente para mejorar el rendimiento y acelerar el proceso de degradación.

c) Aclimatación

Para comenzar a operar el biodigestor se debe procurar que la alimentación sea gradual como se explica en la tabla de aclimatación, ya que las bacterias deben aclimatarse al nuevo residuo a descomponer. Esto debe tenerse en cuenta cuando se cambia la alimentación del biodigestor a otro tipo de residuo. El cambio no puede ser repentino ya que puede ocurrir que la producción de metano se detenga debido a la acidificación del medio.

Sobre todo, en los casos de residuos orgánicos en general de frutas, verduras y orujos de la industria con tendencia a ser mucho más ácidos que el guano o las semillas de sorgo.

- Utilizando sorgo

Para garantizar un buen arranque se pueden utilizar semillas de sorgo (y mejor aún en forma de harina desorgo) ya que éstas son altamente digeribles y producen una buena cantidad de gas. Se puede comenzar la alimentación diaria del digestor con doscientos gramos de sorgo o harina de sorgo e ir incrementando hasta aplicar no más de medio kilogramo por metro cúbico de digestor por día. Cuando ya se cuenta con una producción estable de biogás se comienza la alimentación con el residuo o la mezcla de residuos para los que se proyectó el biodigestor.

- Utilizando residuos del comedor

Para los biodigestores construidos en las escuelas, se elaboró un plan (tabla de aclimatación) para comenzar la alimentación con residuos del comedor. Por ello se recomienda tomar el total de desechos que se agregan diariamente al biodigestor (10kg) y se tendrá en cuenta que para la correcta alimentación debe agregarse la misma cantidad en volumen de agua. Para esto se deberá comenzar agregando gradualmente los residuos para lograr la aclimatación de las bacterias. Inicialmente se debe adicionar 10% de la mezcla agua/sustrato final (o sea 500g de residuo y 500lt de agua) y aumentar esta proporción un 5% (250g de residuo y 250 de agua) cada día hasta el octavo día. Es decir que el día 19 se obtendrá una mezcla del 50% de sustrato final. Este porcentaje de alimentación se mantiene una semana para aclimatar las bacterias metanogénicas. Pasada esta fase de aclimatación se deberá adicionar un 5% de mezcla cada día hasta llegar a agregar 8kg y se volverá a conservar esta proporción de alimentación durante otra semana. Luego se aumentará 5% cada día hasta completar el 100% de la mezcla de alimentación. En este caso será de 10kg de residuos orgánicos y la misma proporción de agua corriente.

MANTENIMIENTO (21)

- Procurar una alimentación continua ya que de esto dependerá el volumen de biogás obtenido.
- Controlar la posición de las válvulas. Las mismas deben estar siempre dando paso del gas que se produce en el biodigestor hacia el acumulador.
- Controlar el nivel de agua en el filtro de agua y de ser necesario completar hasta la altura marcada.
- Revisar las juntas, válvulas, conexiones y tapa en busca de pérdidas de gas, sobre todo en caso de que no se esté acumulando biogás. Se recomienda utilizar agua, esponja y detergente.
- Controlar que, al alimentar el biodigestor, se produzca una descarga de aproximadamente el mismo volumen cargado.
- Controlar que los conductos de entrada y salida se encuentren libres de obturaciones.

- Puede ocurrir que el filtro de ácido sulfhídrico no esté siendo efectivo por lo tanto se deberán cambiar las virutas de hierro o virulana, es conveniente que estas estén oxidadas.
- Controlar el nivel de agua del acumulador de biogás. Este debe llegar hasta el borde del tanque inferior.

Revisión de pérdidas o fugas

Para revisar las posibles pérdidas de biogás se debe contar con presión en el sistema. En caso de no contar con biogás, la presión necesaria se logrará llenando el acumulador de gas con aire. Al desplazar el tanque superior del acumulador hacia arriba con la válvula de salida de gas abierta, el aire ingresará al tanque. Secerrará la válvula de salida de gas y se dejará caer el tanque. Mientras se tiene el acumulador lleno de biogás o aire se debe dar presión con un contrapeso. Con esponja y detergente se revisan todas las juntas selladas de las cañerías, acumulador y biodigestor. En caso de existir una fuga se observarán burbujas en la superficie que se cubrió con detergente. Si esto ocurriera se debe volver a sellar.

2.4 LEGISLACIÓN APLICABLE

Constitución de la República Ley de Medio Ambiente Código de Salud Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental			
Vivienda	Agua Para Uso Domiciliar	Disposición de Excretas	Disposición de Residuo Sólidos
Ley de Urbanismo y Construcción	Ley General de Recursos Hídricos	Reglamento Especial de Aguas Residuales.	Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
Reglamento a la Ley de Urbanismo y Construcción	Ley de Riego y Avenamiento	Norma de Letrina Seca.	Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje
	Ley de la Administración Nacional de Acueducto y Alcantarillado (ANDA)		Reglamento Especial sobre el Manejo de los Desechos Sólidos
	Reglamento sobre la Calidad del Agua, el Control de Vertidos y las Zonas de Protección.		

CAPÍTULO III OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VIVIENDA	Espacio que cumpla con características mínimas en diseño y distribución de espacios, con acceso a servicios básicos para el desarrollo humano de los que la habitan.	CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA	Legalidad
			Área total
			Distribución de espacios
		ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO	Fuente de abastecimiento
			Costo del servicio
			Frecuencia del servicio
			Método de desinfección
		COMBUSTIBLE PARA COCINAR	Fuente de combustible para cocinar
			Promedio de horas de uso de combustible para cocinar
		MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Segregación en el origen
			Almacenamiento
			Disposición final
		DISPOSICION SANITARIA DE EXCRETAS	Método de disposición de excretas

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

La investigación es de tipo no experimental descriptivo.

Para el caso de las entrevistas se utilizó un diseño cualitativo, de tal modo que se resaltan las ideas centrales sobre el sistema de captación de aguas lluvias y el sistema de biodigestión.

Para el caso de las entrevistas a las familias se llevó a cabo un diseño de triangulación concurrente, con el que se pretende confirmar o corroborar resultados y efectuar validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos que al procesarse pudieran arrojar una visión más holística de la situación en la que viven.

4.2 POBLACIÓN

Al tratarse de un grupo de familias delimitados territorialmente, se incluyó un total de 13 viviendas habitables, excluyendo a una debido a que es de uso recreativo.

4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE OBSERVACIÓN

Unidad de análisis

- Características de la vivienda
- Servicio de abastecimiento de agua para uso doméstico
- Sistema de disposición de residuos sólidos de tipo orgánico y excretas

Unidad de observación

- Vivienda

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

TÉCNICA	INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS
<p>Entrevistas a expertos</p>	<p>Dos cuestionarios para entrevista semi-estructurada dirigidos a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Técnico o especialista en captación de aguas pluviales 2. Técnico o especialista en biodigestión <p>Las preguntas orientadoras abordan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recomendaciones generales dirigidas a las personas usuarias de los sistemas. 2. Factores asociados al éxito en la implementación de los sistemas. 3. Riesgos o situaciones a tener presentes para la sostenibilidad de los sistemas. 4. Factibilidad de instalar los sistemas en características como las de la Colonia Montimar 2 	<p>En entrevista presencial o virtual, y en formato individual, se explicó a cada experto el objetivo de la investigación y el aporte de los diferentes sistemas a la elaboración de un modelo de vivienda sostenible.</p> <p>Se solicitó al experto su autorización para el registro de las respuestas con la finalidad de garantizar la fidelidad de las respuestas al momento de procesar los resultados.</p> <p>La entrevista se desarrollará como una conversación, la cual tendrá de base preguntas generadoras de opinión por parte del experto entrevistado.</p>

<p>Entrevista estructurada</p>	<p>Instrumento tipo encuesta compuesto por las secciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Datos generales 2. Característica de la vivienda 3. Abastecimiento de agua para uso doméstico 4. Combustible para cocinar 5. Residuos sólidos 6. Disposición sanitaria de excretas 7. Identificación de la vivienda 	<p>PRIMERA ETAPA. PILOTAJE</p> <p>En coordinación con el liderazgo local, se realizó una prueba piloto en otra comunidad aledaña que comparten las mismas características para identificar deficiencias en la entrevista estructurada, aunque los datos recolectados no sean procesados al no ser la comunidad de interés de la investigación, permitió subsanar observaciones encontradas en el instrumento. Dicha etapa de pilotaje se realizó con el consentimiento de la persona para participar e informando que los datos recolectados son confines académicos.</p> <p>SEGUNDA ETAPA. RECOLECCION DE INFORMACION</p> <p>En coordinación con el liderazgo local, se realizaron visitas casa por casa, para un total de 13 viviendas. En cada visita se explicó el objetivo de la investigación y el aporte de los diferentes sistemas a la elaboración de un modelo de vivienda sostenible.</p> <p>Se informo a la persona que la información que provea se usará exclusivamente con fines académicos y que no se publicarán su nombre, información de contacto o dirección de vivienda. De igual manera, se solicitó a la persona entrevistada su consentimiento para participar en la investigación.</p>
---	--	---

		<p>Al tener el consentimiento, se inicia la entrevista, leyendo cada pregunta según como esté escrita y en el orden establecido. En caso de que la persona responda a alguna pregunta posterior, al llegar a la pregunta se dice “yame comentó sobre esto, pero para confirmar” y se realiza la pregunta. No deben responderse preguntas sin haberlas realizado directamente a la persona que responde.</p> <p>Al finalizar la entrevista, se agradece a la persona su participación y se le comenta que se hará una reunión de devolución de resultados para que conozca la realidad de la comunidad y para que pueda realizar gestiones ante las instituciones correspondientes.</p>
--	--	--

4.5 PRESENTACIÓN DE DATOS

La información recolectada por medio de las entrevistas a expertos paso por un proceso de identificación de ideas centrales a partir de las preguntas realizadas. Las principales recomendaciones, los factores asociados a éxito, los riesgos y la factibilidad se presentaron en una tabla resumen.

Para el caso de las entrevistas semiestructuradas dirigidas a las familias de la Colonia Montimar 2, se registraron las respuestas, las cuales se tabularon con la herramienta Microsoft Office Excel y son presentados en formas de tablas y gráficos acompañados de un análisis descriptivo

El apartado de presentación de datos se ordenó de la manera siguiente:

- Resultados de las entrevistas a expertos
- Resultados de las entrevistas semiestructuradas a familias, ordenadas por dimensión:
 - Resumen sociodemográfico de las familias
 - Características de la vivienda
 - Servicio de abastecimiento de agua
 - Sistema de disposición de excretas

CAPITULO V: PRESENTACION, INTEPRETACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de entrevista a expertos y el proceso de entrevistas domiciliars.

Resultados obtenidos de entrevista a expertos

La información recolectada por medio de las entrevistas a expertos se realizó por un proceso de identificación de ideas centrales, recomendaciones, factores asociados al éxito, los riegos y la factibilidad de dichos proyectos.

ENTREVISTA 1					
PERSONA ENTREVISTADA: Daniel Alfonso Nery Maravilla. MAF Ing. Civil					
DIMENSION DE ANALISIS: SISTEMA DE BIODIGESTORES	Recomendaciones a aquellas personas naturales o jurídicas que esté valorando un proyecto de instalación de biodigestores para disposición de excretas y generación de biogás	Recomendaciones para un uso adecuado	Factores asociados al éxito para la implementación de biodigestores para disposición de excretas y generación de biogás	Principales riesgos en la implementación de biodigestores para disposición de excretas y generación de biogás	Es factible la instalación de biodigestores para la disposición de excretas y generación de biogás en la zona de estudio
	<i>Realizar estudios de suelos y la creación de un plan de educación ambiental para los potenciales beneficiarios</i>	<i>Una correcta separación de los desechos y cambios de hábitos en el uso de productos de limpieza</i>	<i>La creación de un plan de educación ambiental y de uso del equipo para los potenciales beneficiarios</i>	<i>Desuso del equipo por falta de motivación del beneficiario</i>	<i>Sí, ya que representa una opción de solución casi inmediata para la problemática de saneamiento y contribuye a la cultura de economía circular del agua</i>

ENTREVISTA 2					
PERSONA ENTREVISTADA: Vladimir Martínez Arquitecto con experiencia en diseño sostenible, formulación, evaluación y control de proyectos					
	Recomendaciones a aquellas personas naturales o jurídicas que desean construir y adaptar sistemas de captación de agua pluvial	Recomendaciones brindaría a los usuarios que poseen un sistema de captación de agua pluvial	Factores asociados al éxito para adaptar un sistema de captación de agua pluvial para su implementación y uso a largo plazo	Principales riesgos o situaciones más comunes al adoptar un sistema de agua pluvial	Es factible implementar un sistema de captación de agua pluvial en la Colonia Montimar 2, del municipio de Zaragoza, departamento de La Libertad
DIMENSION DE ANALISIS: SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL	Los SCAPT son una solución comprobable para reducir gastos económicos y cuidar el agua, así mismo reducir la escorrentía superficial en época lluviosa, principal recomendación el uso de un sistema por gravedad para evitar cobros excesivos por electricidad y el agua sea utilizada para riego y sanitario	Realizar de forma periódica limpieza y mantenimiento antes y después de la época lluviosa	Los niveles del terreno, el material del techo, el área de techo, el área útil en el terreno para colocar el tanque, las distancias al sanitario, entre otras.	El consumo de esta sin una adecuada filtración, el tipo de material del techo que no desprenda en el proceso de escorrentía material que puedan causar daños a la salud	Es muy factible, parte de la situación socioeconómica que viven algunas comunidades rurales en Zaragoza, este tipo de proyectos serian de gran ayuda, ya que a la fecha hay muchas familias que no cuentan con el recurso hídrico, es muy importante la capacitación anticipada y la evaluación correcta de las condiciones físicas del lugar

Guía de entrevista domiciliar

Durante el mes de octubre del año 2022 se realizó el levantamiento de 13 fichas correspondientes al mismo número de viviendas que conforman la Colonia Montimar 2, en el Cantón Guadalupe del Municipio de Zaragoza, Departamento de La Libertad. Los resultados corresponden al mismo número de familias.

Datos generales y características de las viviendas.

La cantidad total de habitantes de la Colonia Montimar 2 es de 51 personas, con un promedio de 3.92 personas por hogar. El detalle de la conformación de los hogares puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Conformación de los hogares segmentado por mujeres, hombres, niños, niñas y hogar

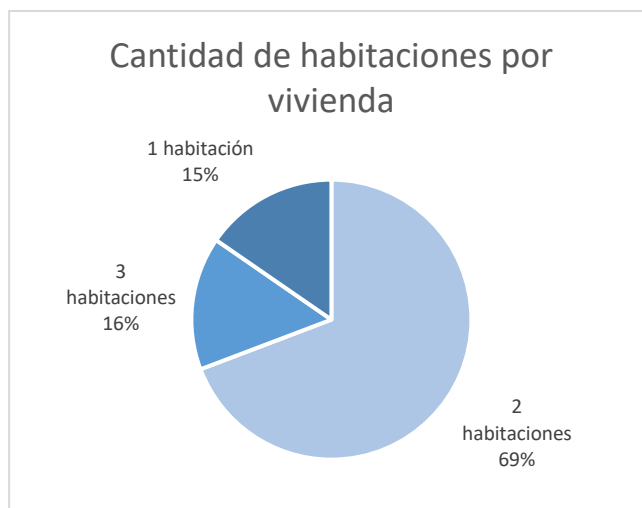
Nº casa	Mujeres	Hombres	Niños	Niñas	Hogar
1	1	2	0	0	3
2	1	4	0	1	6
3	1	1	0	0	2
4	1	1	0	1	3
5	2	1	0	2	5
6	1	3	0	0	4
7	2	1	0	1	4
8	1	2	0	0	3
9	2	3	0	0	5
10	1	2	0	0	3
11	2	5	0	0	7
12	1	1	0	1	3
13	1	2	0	0	3
Total general	17	28	0	6	51

En un 31% de los casos (4 familias) las viviendas son propias, en comparación con un 69% (9 casos) que no lo son (Ver Gráfico 1). Todas las viviendas tienen una extensión igual o menor a 49m², tienen 2 habitaciones en promedio y cuentan, en el 100%

Gráfico 1. Propiedad de la vivienda en la Colonia Montimar 2



Gráfico 2. Cantidad de habitaciones por vivienda



de los casos, con sala, habitaciones de uso exclusivo para dormir y patio; ninguna de las viviendas cuenta con un espacio dedicado exclusivamente como comedor ni cochera o corredor. El 77% de las viviendas cuenta con un espacio que funciona exclusivamente como cocina, en comparación al 23% (3 viviendas) que no. Únicamente la sala y habitaciones para dormir cuentan con ventanas en el 100% de las viviendas.

Abastecimiento de agua para uso doméstico

El 100% de las viviendas se abastece de agua a base de la compra de pipas y la captación de aguas lluvias.

En lo referido al agua comprada a pipas, cada familia usa en promedio 7.6 barriles de agua al mes los cuales, a un costo de \$2 por barril, implican un gasto promedio de \$15.23 mensuales en compra de agua.

Tabla 2. Consumo de agua y costo mensual por familia y total

Nº casa	Costo del barril de agua	Cantidad de barriles que usa al mes	Costo mensual del agua por familia
1	\$2.00	5	\$10.00
2	\$2.00	12	\$24.00
3	\$2.00	5	\$10.00
4	\$2.00	5	\$10.00
5	\$2.00	10	\$20.00
6	\$2.00	10	\$20.00
7	\$2.00	10	\$20.00
8	\$2.00	5	\$10.00
9	\$2.00	10	\$20.00
10	\$2.00	5	\$10.00
11	\$2.00	12	\$24.00
12	\$2.00	5	\$10.00
13	\$2.00	5	\$10.00
Total general		99	\$198.00

En lo que respecta al agua lluvia captada, 12 de las 13 familias (92.3%) captan el agua por medio de depósitos; la otra familia tiene sistema de tuberías para captación del agua lluvia, la cual no cuenta con mallas para retención de sólidos.

Ninguna de las familias considera que el agua de la que disponen sea suficiente.

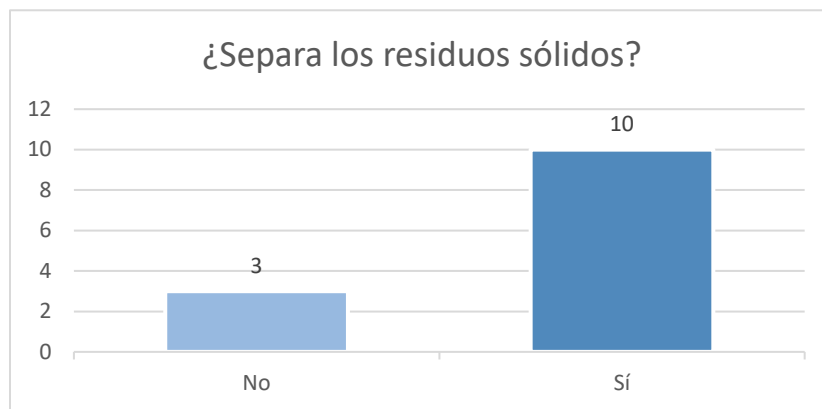
Combustible para cocinar.

El 100% de las familias hace uso tanto de gas como de leña para cocinar. Compran el gas una vez al mes y recolectan la leña en los alrededores de su vivienda. En promedio, usan 1.6 horas al día para cocinar.

Residuos Sólidos.

Un 77% de las familias reportan que separan residuos sólidos. Los residuos que separan consisten en plástico y latas en el 100% de los casos, los cuales almacenan en bolsas plásticas en el patio de sus viviendas. El resto de los residuos sólidos los quema el 100% de las familias. No hacen uso de botaderos a cielo abierto ni existe recolección domiciliar.

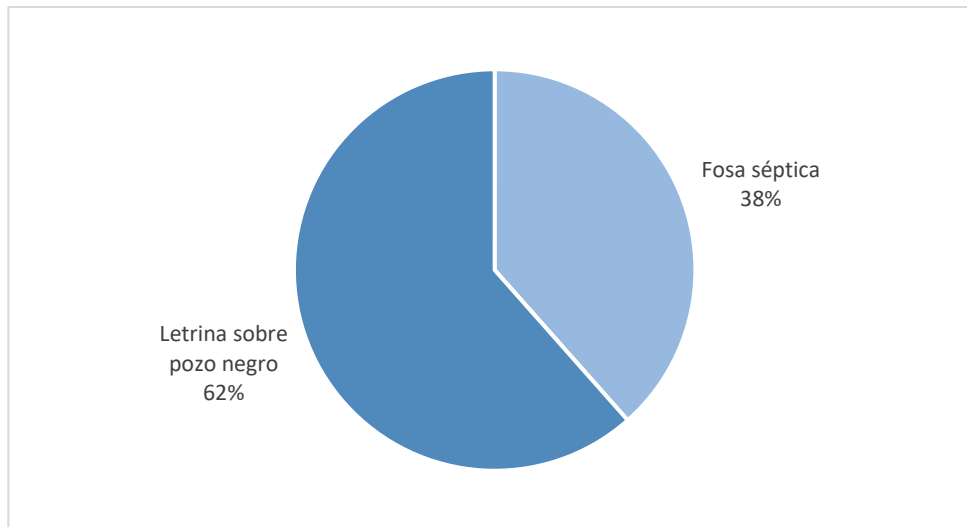
Gráfico 1. Porcentaje de la población que separa residuos sólidos



Disposición sanitaria de excretas

En el 62% de los casos (8 familias) la disposición de excretas se realiza en letrinas sobre pozo negro. El 38% restante la realiza en fosa séptica. No se reporta existencia de letrina abonera, servicio de alcantarillado o biodigestor.

Gráfico 1. Disposición sanitaria de excretas



Las familias que hacen uso de letrina sobre pozo negro manifiestan realizar la limpieza de la letrina una vez por semana. Las letrinas tienen 5 m (31% de los casos) y 8 m (31% de los casos) de profundidad. El 38% restante cuenta con fosa séptica; la población

Las familias que cuentan con fosa séptica desconocen o no responden sobre la frecuencia de limpieza y mantenimiento de esta. En el 100% de los casos de las familias que cuentan con fosa séptica, la disposición final de las aguas residuales y excretas la realizan por medio de pozo de absorción.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

A continuación, se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones con el propósito de presentar los aspectos más sobresalientes de la investigación sobre el abastecimiento de agua domiciliar, la disposición sanitaria de aguas residuales y excretas, el manejo de residuos sólidos en el hogar, y las condiciones de construcción de las viviendas de la Colonia Montimar 2, del municipio de Zaragoza departamento de La Libertad en el periodo de marzo a diciembre de 2022 con el propósito de generar un modelo de vivienda sostenible que incorpore un sistema de captación de agua pluvial para aumentar el suministro de agua para uso domiciliar y la incorporación de un sistema de biodigestión para la disposición sanitaria de excretas en la zona de estudio.

VIVIENDA

Se pudo constatar en primer instancia que el área de terrenos en la lotificación se encuentra alrededor 100m² de terreno, lo cual permite la viabilidad de instalación de componentes para mejorar los servicios básicos, sin embargo se pudo constatar que las condiciones de construcción de las viviendas en la Colonia no se encuentran en condiciones habitacionales recomendadas establecidas por la Ley de Urbanismo y Construcción, dando lugar a hacinamiento, falta de espacios, carencia de ventilación adecuada y luz natural, lo cual puede provocar limitantes para el desarrollo humano, afectación a la salud y calidad de la población.

Es importante mencionar además que más del 70% de la población no es propietario de su terreno lo que dificulta la gestión e implementación de diferentes proyectos en beneficio de la comunidad.

AGUA PARA USO DOMICILIAR

Se pudo constatar que, la falta de un sistema de abastecimiento de agua obliga a la población a recurrir a diferentes fuentes, para su abastecer su suministro de agua, de estas se identificó que las principales fuentes fueron: compra a servicio de pipa y recolección de agua pluvial; respecto a la compra de agua es importante mencionar que según la recomendación de dotación establecida por la OMS (100l/p/día) y al comparar la cantidad de barriles que consumen en 15 días no se una dotación de agua suficiente para suplir las necesidades básicas de igual forma, el costo de esto es muy alto, en comparación a costos promedios por abastecimiento de agua por medio de ANDA, u otra administradora de servicio; de igual forma no se garantiza la calidad de agua de la misma, poniendo en riesgo la salud de la población respecto a la recolección de agua pluvial, se pudo constatar que las personas no poseen un método adecuado para la recolección, este se realizaba principalmente con diversos depósitos plásticos ubicados alrededor de la vivienda, ninguna familia utiliza algún método de desinfección, comprometiendo de igual forma la salud de la población.

Podemos concluir que, es importante implementar sistemas que permitan aumentar el suministro de agua es de gran importancia, pero no debe dejarse de lado la instalación de métodos de desinfección, incidiendo así en la dotación de agua, su calidad y la economía de las familias de la Colonia Montimar 2.

DISPOSICION DE EXCRETAS Y RESIDUOS SOLIDOS DE TIPO ORGANICO

Se pudo constatar que el 62% de la población dispone sus excretas en letrinas de pozo negro los cuales tienen la problemática según manifestaciones de la población entrevistada que en época lluviosa muchos de estos se inundan generando malos olores y contaminación al recurso suelo, así como molestias a la población dificultando realizar sus necesidad fisiológicas de manera digna; por otro lado el 38% de la población restante informa poseer un servicio sanitario lavable por fosa séptica, sin embargo es importante mencionar que dicho sistema de arrastre hidráulico no posee los componentes requeridos establecidos en la Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y

Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises por el Ministerio de Salud, además la carencia de agua en la comunidad limita realizar un adecuado mantenimiento y limpieza del sistema dando lugar a una falta de saneamiento básico que incide de forma directa en la calidad de vida de la población.

Respecto al manejo integral de residuos sólidos, la población en su totalidad no cuenta con el sistema de drenaje de aseo, por lo cual la población recurre a malas prácticas de disposición como lo es la quema de basura, sin embargo, es importante mencionar que debido a las condiciones socioeconómicas de la localidad la población realiza la separación de botellas de plástico y latas para la venta de estas, influyendo en su economía. Por lo cual, es importante realizar programas para el manejo integral de residuos sólidos, para evitar malas prácticas de disposición y realizar una adecuada separación de residuos sólidos para influir en su calidad de vida y el medio ambiente.

Podemos concluir, que es importante implementar sistemas de disposición de excretas y residuos sólidos de tipo orgánico a través de procesos de biodigestión para evitar la contaminación del recurso suelo y la afectación en la salud de la población de la Colonia Montimar

2.

RECOMENDACIONES

Mejorar las condiciones de vida en zona rural a través de sistemas domiciliarios independientes representa un impacto positivo a la población de forma accesible y asequible en el acceso a servicios básicos, para esto se propone un modelo de vivienda sostenible que incorpore un sistema de captación de aguas pluviales para aumentar los niveles de suministro de agua para uso doméstico y un sistema de biodigestión para la disposición sanitaria de excretas y residuos sólidos orgánicos para incidir en la calidad de vida y la protección de los recursos naturales.

Para esto se presentan una propuesta técnica de una vivienda sostenible, con la incorporación del sistema de recolección de agua pluvial, el sistema de biodigestión y la disposición de espacios para el aprovechamiento de luz y ventilación natural de acuerdo con la Ley de Urbanismo y construcción.

CAPÍTULO VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. ONU Hábitat. Vivienda: inviable para la mayoría [Internet]. [publicado 2018; citado 1 de marzo 2022].recuperado de:<https://onuhabitat.org.mx/index.php/vivienda-inviable-para-la-mayoria>.
2. ANDA. Boletín Estadístico 2020. Edición 42. El Salvador: septiembre de 2020.
3. DIGESTYC. ENCUESTA DE HOGARES DE PROPÓSITOS MÚLTIPLES. El Salvador; 2020.
4. Sistema de Asesoría y Capacitación para el desarrollo local S. PLAN DE COMPETITIVIDAD MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA- LA LIBERTAD 2012-2016. El Salvador; 2012.
5. Zaragoza, La Libertad, El Salvador - Ciudades y pueblos del mundo [Internet]. [cited 2022 Sep 29].Available from: <https://es.db-city.com/es.db-city.com/El-Salvador--La-Libertad--Zaragoza>
6. Alcaldía de Zaragoza. Guía del Archivo Institucional de la municipalidad de Zaragoza. 2021.
7. (PNUD). Indicadores municipales sobre desarrollo humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio El Salvador 2005. 2006.
8. (PNUD) (FUNDAUNGO). ALMANAQUE 262 Estado del desarrollo humano en los municipios de El Salvador 2009. 2009
9. ¿Qué es vivienda? Definición, concepto y significado. [Internet]. Diccionario Actual. 2016 [cite d 2022 Aug 29]. Available from: <https://diccionarioactual.com/vivienda/>
10. ONU-Habitat - Elementos de una vivienda adecuada [Internet]. [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada>.
11. Organización Panamericana de la Salud, Hacia una vivienda saludable “que viva mi hogar”, 2° edición, Bogotá Colombia 2010.
12. ONU HABITAT. GOING GREEN a handbook of sustainable housing practices in developing countries.2012.
13. BBVA. Conozca cómo identificar una vivienda sostenible y sus ventajas [Internet]. BBVA NOTICIAS.2020 [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://www.bbva.com/es/co/como-identificar-una-vivienda-sostenible-y-sus-ventajas/>
14. ¿Qué es una vivienda sostenible? Conoce sus características – Latam Gestión [Internet]. [cited 2022Aug 29]. Available from: <http://www.latamgestion.com/2019/08/25/que-es-una-vivienda-sostenible-conoce-sus-caracteristicas/>

15. Ordoñez Gálvez, Juan J. (2011). Cartilla técnica: Ciclo Hidrológico. Lima, Perú: Sociedad geográfica de Lima
16. Dirección de ingeniería sanitaria. Secretaría de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos. Editorial Limusa. México 1990
17. Mancía M. Diagnóstico del manejo de residuos sólidos comunes en las instalaciones de la sede central de la universidad de el salvador, en el municipio y departamento de San Salvador, en el periodo de enero de 2014 a marzo de 2016. El Salvador. UES. 2017. Disponible en:
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/16295/1/Diagn%C3%B3stico%20del%20manejo%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20comunes%20en%20las%20instalaciones%20de%20la%20sede%20central%20de%20la%20Universidad%20de%20El%20Salvador,%20en%20el%20municipio%20y%20departamento%20de%20San%20Salvador,%20en%20el%20periodo%20de%20Enero%20de%202014%20a%20Marzo%20de%202016.pdf>
18. Flores C. Propuesta de tratamiento y disposición final de los residuos químicos generados en el laboratorio de calidad de aguas del ministerio de medio ambiente y recursos naturales. El Salvador. UES. 2013. Disponible en:
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4960/1/Propuesta%20de%20tratamiento%20y%20disposici%C3%B3n%20final%20de%20los%20residuos%20qu%C3%ADMICOS%20generados%20en%20el%20laboratorio%20de%20calidad%20de%20aguas%20del%20Ministerio%20del%20Medio%20Ambiente%20y%20Recursos%20Naturales.pdf>
19. OPS. Saneamiento básico, agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura, Cuadernillo para capacitaciones con enfoque intercultural en áreas rurales. Buenos Aires, Argentina. 2022. Disponible en:
https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56014/OPSARG220001_spa.pdf?sequence=5&isAllowed=y
20. Indiveri A. Biodigestor manual de uso. UNCUYO. Perú. 2010. Disponible en:
<https://imd.uncuyo.edu.ar/upload/manual-uso-biodigestor.pdf>
21. Varnero M. Manual del biogás. FAO. Santiago de Chile. 2011. Disponible en:
<https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>

ANEXOS.

Guía de Entrevista Domiciliar

Fecha:

Objetivo: Identificar las características físicas de vivienda; acceso y consumo del agua; métodos de disposición de excretas y residuos sólidos en la comunidad *colonia Montimar 2, Cantón Guadalupe, municipio de Zaragoza, departamento de La Libertad* en el periodo de marzo a diciembre de 2022.

Saludo: Buenos días / Buenas tardes. Mi nombre es _____ y soy egresada de la carrera de Salud Ambiental de la Universidad de El Salvador. En esta ocasión estoy realizando una investigación sobre los servicios con los que cuenta en su vivienda. Esta investigación es parte de nuestro proceso de graduación, pero también la presentaremos a algunas instituciones para que conozcan de su situación y de las oportunidades que hay aquí para realizar mejoras, ¿estaría interesada/o en participar? No compartiremos su información personal ni de contacto, la información se usará exclusivamente para los fines que le comenté.

A. Datos generales

1	N° de mujeres que habitan la vivienda		N° de hombres que habitan la vivienda	
	N° de niñas que habitan la vivienda		N° de niños que habitan la vivienda	

B. Características de la vivienda

2	¿La vivienda es propia?			
	Si		No	

3	¿Qué extensión tiene su terreno?						
	1 a 2 manzanas		3 a 4 manzanas		5 o más manzanas		No sabe

4	¿Cuál es el área construida que tiene su vivienda						
	5 x 5 m		7 x 7 m		10 x 10 m o mas		Otro

5	¿Con cuáles espacios cuenta en su vivienda?					
	Sala		Comedor		Cocina	
	Cochera		Patio		Corredor	
	Habitaciones para dormir		Otro		Especifique:	

6	¿Con cuántas habitaciones cuenta que sean exclusivamente para dormir?			
	1 habitación		2 habitaciones	3 habitaciones o mas
Observaciones:				

7	¿Cuáles de los siguientes espacios cuentan con ventanas?			
	Sala		Comedor	Cocina
	Habitaciones para dormir		Cochera	Observaciones
	Otro		Especifique:	

C. Abastecimiento de agua para uso doméstico

8	¿De dónde obtiene agua para uso de sus actividades del hogar?		
	a. Sistema de abastecimiento de agua potable (conexión domiciliar)		b. Acarrea agua
	c. Servicio de cisterna de agua (pipa)		d. Recolección de agua pluvial

Si, la respuesta anterior fue A, pasar a la pregunta 9

Si, la respuesta anterior fue B pasar a la pregunta 12

Si, la respuesta anterior fue C pasar a la pregunta 17

Si, la respuesta anterior fue D pasar a la pregunta 21

Sistema de abastecimiento de agua potable

9	¿Implica algún costo el servicio de abastecimiento de agua por conexión domiciliar?		
	De 1 a 5 dólares por mes		De 5 a 10 dólares por mes
	De 15 a 20 dólares por mes		Más de 20 dólares por mes
	No implica ningún costo		

10	Horario en que se brinda el servicio de agua por conexión domiciliar			
	Horario 24/7		De 1 a 3 horas al día	Otro (especifique)
	De 3 a 5 horas al día		1 día si 1 día no	

11	¿La cantidad de agua que se brinda en el horario establecido son suficientes para completar sus actividades del hogar diariamente?		
	SI		NO

Abastecimiento de agua transportándola personalmente (acarrear)

12	¿Cuál es el tipo de fuente donde acarrea el agua?		
	Fuente de agua superficial (rio, lago)		Pozo comunitario
	Chorro publico		Otro (especifique):

13	¿La movilización al lugar donde se abastece de agua implica algún costo?		
	Si		Monto estimado
	No		

14	¿Con que frecuencia asiste a dicho lugar de abastecimiento?		
	1 vez por semana		2 veces por semana
	3 veces por semana		Todos los días
	Otro(especifique)		

15	¿Realiza algún método de desinfección al agua que acarrea?		
	Si		No
	Describa:		

16	¿Considera suficiente la cantidad de agua con la que se abastece para completar sus actividades del hogar diariamente?		
	SI		NO

Abastecimiento de agua por medio de servicio de cisterna (pipa)

17	¿Cuál es el costo por el servicio de cisterna?		
	_____ \$ por barril	Otra medida (especifique)	_____ \$ por _____

18	¿Con que frecuencia asiste a la comunidad dicho servicio?		
	1 vez por semana		1 vez cada 15 días
	1 vez por mes		Otro (especifique)

19	¿Cuántos barriles compra al mes?		
	Numero de barriles		

20	¿La cantidad de agua con la que se abastece la considera suficiente para completar sus actividades del hogar diariamente?		
	Si		No

Abastecimiento de agua por medio de sistema de recolección pluvial

21	¿De qué manera realiza la recolección de agua lluvia en su hogar?		
	Sistema de tuberías que recolectan el agua lluvia en la vivienda		Uso de depósitos para la recolección de agualluvia

22	¿Realiza algún método de desinfección al agua que acarrea?		
	Si		No
	Describa:		

Si, la respuesta anterior fue Sistema de tuberías, pasar 23

Si, la respuesta anterior fue Depósitos para recolección, pasar a la pregunta 26

Sistema de tuberías que recolectan el agua lluvia en vivienda

23	¿En dónde almacena el agua lluvia que recolecta?		
	Recolección por depósitos		ROTOPLAS
	Otro (especifique):		

24	¿Las canaletas de recolección poseen mallas para colar solidos de gran tamaño?		
	Si		no

25	¿la cantidad de agua que recolecta la considera suficiente para completar sus actividades del hogar diariamente?		
	Si		no

Uso de depósitos para recolección de agua lluvia

26	¿Qué tipo de depósito o contenedor utiliza para recolectar el agua lluvia?		
	Barriles		Huacales
	Diversos		

27	¿La cantidad de agua que recolecta la considera suficiente para completar sus actividades del hogar diariamente?		
	Si		No

D. Combustible para cocinar

28	¿Qué tipo de cocina utiliza en su vivienda?			
	Leña	Gas	Eléctrica	
	Solar	No tiene		

29	Si usa leña, ¿cómo consigue la leña?		
	Compra leña		Recolecta leña en la zona

30	Si usa gas, ¿cada cuánto compra gas?		
	1 vez al mes		1 vez cada 2 meses
	Otro(especifique)		

31	¿Cuántas horas utiliza para cocinar por día?	
----	---	--

E. Residuos sólidos

32	¿Usted realiza separación de residuos sólidos?		
	Si		No
	Cómo realiza dicha separación		
	Orgánico		
	Plástico		
	Latas		

33	¿Qué utiliza para almacenar sus residuos sólidos separados?			
	Depósito con tapadera		Depósito sin tapadera	Intemperie en el jardín
	Bolsa plástica			

34	¿En qué lugares de la vivienda ubica estos recipientes?			
	Cocina	Comedor	Baño	
	Cuartos	Patio	Cochera	
	Otro (especifique):			

35	¿Cómo se deshace de los residuos? (Seleccione todas las que apliquen)			
	Recolección domiciliar	Compostaje	Botadero a cielo abierto	
	Entierra los desecho	Quema	Otro (especifique)	

F. Disposición sanitaria de excretas

36	¿Cuál es el lugar específico para la evacuación de sus necesidades?			
	Letrina abonera		Letrina sobre pozo negro	Fosa séptica
	Servicio sanitario lavable		Biodigestor	Entierra en patio
	Otro (Especifique):			

Si usa letrina abonera pasar a pregunta 33

Si usa letrina sobre pozo negro pasar a la pregunta 36

Si usa fosa séptica pasar a la pregunta 39

37	¿Cada cuánto limpia su letrina abonera?			
	Todos los días		Una vez por semana	
	Dos veces por semana		Otro (especifique)	

38	¿Cada cuánto remueve la materia fecal?			
	Cada vez que la usan		Una vez por semana	
	Dos veces por semana		Otro (especifique)	

39	¿Cada cuánto aplica el material secante a su letrina abonera?			
	Cada vez que la usan		Una vez por semana	
	Dos veces por semana		Otro (especifique)	

Si usa letrina sobre pozo negro

40	¿Cada cuánto limpia la letrina sobre pozo negro?			
	Dos veces por semana		Una vez por semana	
	Nunca		Otro (especifique)	

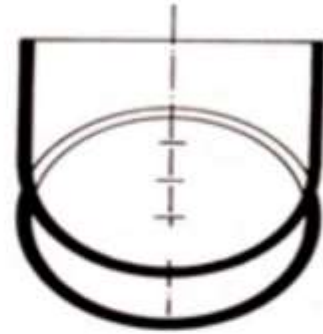
41	¿A qué distancia de la casa se encuentra la letrina?			
	2 metros		3 metros	
	4 metros		5 metros	
	No sabe		Otro (especifique)	

42	¿Qué profundidad tiene la letrina sobre pozo negro?			
	1 metro		3 metros	
	5 metros		8 metros	
	No sabe		Otro (especifique)	

Si usa fosa séptica

43	¿Cada cuánto tiempo da mantenimiento al tanque séptico?		
	Una vez al año		Dos veces al año
	Tres veces al año		No sabe

44	¿Qué posee como disposición final de las aguas residuales y excretas?		
	Pozo de absorción		Campo de oxidación
	No sabe		Otro (especifique)



PROPUESTA TÉCNICA DE VIVIENDA SOSTENIBLE

PROPUESTA PRESENTADA POR:

Claudia Sofia Campos
Nubia Valeria Olano
Kathya Sarai Rosales

ASESOR:

Lic. Oscar Alberto Iraheta

Ciudad Universitaria, abril 2024

Tabla de contenido

<i>Introducción</i>	4
<i>Objetivos</i>	5
<i>Objetivo General</i>	5
<i>Objetivos Específicos</i>	5
<i>Aspectos generales</i>	6
<i>Descripción del proyecto</i>	4
<i>Limitantes</i>	6
<i>Descripción técnica</i>	6
<i>Propuesta de vivienda sostenible</i>	6
<i>Sistemas especiales</i>	9
<i>Presupuesto</i>	14
<i>Operación y mantenimiento</i>	13
<i>Planos</i>	13

Introducción

La pobreza es un fenómeno mundial multidimensional resultado de factores sociales, demográficos y culturales, que impide satisfacer necesidades físicas y psicológicas de una persona, una de las manifestaciones más visibles de la pobreza es la privación a la vivienda, por vivienda entendemos como aquel lugar protegido o construcción acondicionada para que vivan personas, sin embargo, una vivienda es más que cuatro paredes y un techo, es un derecho humano y debe cumplir ciertas condiciones para dar una vida digna.

América Latina y el Caribe es una región de grandes contrastes donde la riqueza y la prosperidad coexisten con la vulnerabilidad y la pobreza, siendo así un desafío para los estados brindar servicios básicos a la población y garantizar una equidad para la población más vulnerable, pero, contar con una vivienda es parte del proceso, sin embargo, los países en desarrollo aún se encuentran en el desafío de cumplir con dicho propósito, según el Banco Mundial, dos de cada tres familias que tienen un problema de vivienda en América Latina necesitan una mejor, no una nueva, es aquí donde es importante garantizar la cobertura de diferentes servicios como son: el acceso a agua potable, instalaciones dignas con una sanitaria disposición de excretas que no contaminen los recursos de la zona, combustible para cocinar que no afecte al ambiente ni la salud de la población y garantizar una gestión de residuos sólidos, todo esto desde un enfoque de desarrollo sostenible que no ponga en riesgo la salud de la población a largo plazo y no se vuelvan fuentes de contaminación al ambiente, tanto en su proceso constructivo como su puesta en funcionamiento.

El lograr un El Salvador que ofrezca oportunidades de un buen desarrollo a toda su población requiere que se supere la pobreza en todas sus dimensiones; que la población goce plenamente de sus derechos y que haya mayor igualdad e inclusión social, además que el desarrollo de los territorios sea más articulado y equilibrado considerando acciones amigables con el ambiente, para garantizar las necesidades de las generaciones futuras.

Objetivos:**Objetivo General:**

Presentar un diseño de vivienda sostenible que aproveche los recursos naturales de su entorno respetando las normativas técnicas salvadoreñas vigentes e implementando un sistema de captación de aguas pluviales y sistema de biodigestión para incidir en la calidad de vida de la población salvadoreña de las áreas rurales.

Objetivos Específicos:

- Establecer un modelo de vivienda que cumpla con la ubicación adecuada y los requisitos de distribución de espacios que permita incidir en el desarrollo mental, social y físico de la población salvadoreña en áreas rurales.
- Plantear un sistema de captación de agua pluvial para aumentar la disponibilidad en el suministro de agua para uso doméstico en el modelo de vivienda.
- Incorporar un modelo de biodigestión para la disposición sanitaria de excretas y residuos sólidos orgánico en el modelo de vivienda.

Aspectos generales:

RESUMEN DEL PROYECTO			
NOMBRE DEL PROYECTO		PROPUESTA TÉCNICA DE VIVIENDA SOSTENIBLE PARA ÁREAS RURALES	
DURACION DEL PROYECTO			
fecha de inicio	1/12/23	fecha de finalización	31/1/24
Responsables	a definir		
Presupuesto vivienda unitario	US\$ \$ 13,771.08	Presupuesto total	US\$ \$ 196,926.44
Beneficiarios	13 familias salvadoreñas		

El proyecto es una propuesta técnica que se creó a base de datos obtenidos de la colonia Montimar 2 del cantón Guadalupe, municipio de Zaragoza departamento de La Libertad. Por lo tanto, se ha realizado la proyección de un pilotaje de 13 familias, sin embargo, cualquier persona natural o jurídica que considere la ejecución de dicha propuesta podrá ampliar o reducir la cantidad de viviendas según sea el caso; es importante mencionar que en la ejecución de dicho proyecto cada beneficiario deberá ser propietario de su inmueble, el área mínima de intervención de la propuesta se ha planteado de 20 x 20 m (400m²) dentro de este un inmueble el área de construcción se considera como mínimo según los requisitos de distribución de espacios (contemplados en La Ley de Urbanismo y Construcción) es de 8.90 x 5.40 m (48.06m²). Estas medidas y la distribución podrían variar de acuerdo con el financiamiento gestionado por los interesados en la realización de este tipo de proyecto.

Descripción del proyecto:

Las viviendas en áreas rurales de El Salvador en algunas ocasiones poseen un área de terreno que brinda las posibilidades de aprovechar los recursos naturales de la zona, sin embargo, en ocasiones se vuelve contraproducente dejando a las personas en zona de riesgo, vulnerabilidad o afectación a la salud al no considerar y/o cumplir con los criterios establecidos en la Ley de Urbanismo y Construcción, ejemplo de esto el hacinamiento, debido a la carencia de una buena ventilación, iluminación natural y la exposición a agentes externos como fauna que podría causar problemas a la salud.

En algunas ocasiones no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua para uso domiciliario, lo que obliga a la población a recurrir a diferentes fuentes de abastecimiento, como se logró observar en la muestra utilizada en la investigación, se identificaron 2 fuentes de abastecimientos principales las cuales son:

- Compra a servicio de pipa: respecto a la compra de agua es importante mencionar que según la recomendación de dotación establecida por la OMS (100l/p/día) y al comparar la cantidad de barriles que consumen en 15 días no se obtiene una dotación de agua suficiente para suplir las necesidades básicas de igual forma, el costo de esto es muy alto, en comparación a costos promedios por abastecimiento de agua por medio de ANDA, u otra administradora de servicio; de igual forma no se garantiza la calidad de agua de la misma, poniendo en riesgo la salud de la población.
- Recolección de agua pluvial: respecto a la recolección de agua pluvial, se pudo constatar que las personas no poseen un método adecuado para la recolección, este se realizaba principalmente con diversos depósitos plásticos ubicados alrededor de la vivienda, ninguna familia utiliza algún método de desinfección, comprometiendo de igual forma la salud de la población.

En cuanto a la disposición de excretas y residuos sólidos de tipo orgánico se pudo constatar que el 62% de la población dispone sus excretas en letrinas de pozo negro los cuales tienen la problemática según manifestaciones de la población entrevistada que en época lluviosa muchos de estos se inundan generando malos olores y contaminación al recurso suelo, así como molestias a la población dificultando realizar sus necesidades fisiológicas de manera digna. El 38% de la población restante informa poseer un servicio sanitario lavable por fosa séptica, sin embargo es importante mencionar que dicho sistema de arrastre hidráulico no posee los componentes requeridos establecidos en la Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises por el Ministerio de Salud, además la carencia de agua en la comunidad limita realizar un adecuado mantenimiento y limpieza del sistema dando lugar a una falta de saneamiento básico que incide de forma directa en la calidad de vida de la población.

Respecto al manejo integral de residuos sólidos, la población en su totalidad no cuenta con el sistema de tren de aseo, por lo cual la población recurre a malas prácticas de disposición como la quema de basura. Es importante mencionar que, debido a las condiciones socioeconómicas de la

localidad, la población realiza la separación de botellas de plástico y latas para su venta. Es importante realizar programas para el manejo integral de residuos sólidos, para evitar malas prácticas de disposición y realizar una adecuada separación de residuos sólidos para influir en su calidad de vida y el medio ambiente.

Podemos concluir, que es importante implementar sistemas de disposición de excretas y residuos sólidos de tipo orgánico a través de procesos de biodigestión para evitar la contaminación del recurso suelo y la afectación en la salud de la población. Mejorar las condiciones de vida en zona rural a través de sistemas domiciliarios independientes representa un impacto positivo a la población de forma accesible y asequible en el acceso a servicios básicos. Para esto se propone un modelo de vivienda sostenible que incorpore un sistema de captación de aguas pluviales para aumentar los niveles de suministro de agua para uso doméstico y un sistema de biodigestión para la disposición sanitaria de excretas y residuos sólidos orgánicos para incidir en la calidad de vida y la protección de los recursos naturales.

En las páginas siguientes se presenta la propuesta técnica de un modelo de vivienda sostenible, la cual incluye planos de construcción de una vivienda, con la incorporación del sistema de recolección de agua pluvial, el sistema de biodigestión y la disposición de espacios para el aprovechamiento de luz y ventilación natural de acuerdo con la Ley de Urbanismo y construcción.

Para la implementación de este proyecto por aspectos legales se requiere que las personas sean propietarias del terreno.

Se proponen 8 planos que incluyen:

- Plano 1. Planta arquitectónica y esquema de ubicación dentro del inmueble
- Plano 2. Planta de techos
- Plano 3. Planta de instalaciones hidráulicas y sistema de biogás
- Plano 4. Sección 1-1'
- Plano 5. Sección 1-1'
- Plano 6. Sección 1-1'
- Plano 7. Sección 1-1'
- Plano 8. Sección 1-1'
- Plano 9. Diseño eléctrico plantas de luminarias y tomacorrientes

Limitantes

En el transcurso de la investigación se identificaron limitantes en la población de la colonia Montimar 2 del municipio de Zaragoza departamento de La Libertad que dificulta la implementación de la propuesta de vivienda sostenible, estas son:

1. La carencia de legalidad por parte de las familias sobre las propiedades/viviendas, de las 13 viviendas elegidas como muestra solamente 4 poseían tenencia sobre sus propiedades.
2. Carencia de una organización comunitaria, dentro de la colonia Montimar 2 no existe una ADESCO, Asociación, etc. De forma legal, por consiguiente, esto dificulta la gestión de proyectos en beneficio de la población de la habita.

Descripción técnica

Propuesta de vivienda sostenible

Ubicada en una zona lejana al casco urbano de la ciudad, las viviendas en zonas rurales deben contar con requerimientos mínimos habitacionales. La Ley de Urbanismo y Construcción de El Salvador y su Reglamento nos permiten las pautas para el diseño presentado a continuación en cuanto a normativa técnica vigente en nuestro país, sin embargo, tomando en cuenta la dificultad de abastecer de servicios básicos a la población de dichas zonas y las limitantes en cuanto a proveer una vivienda digna, económica y funcional al mismo tiempo, el diseño presentado trata de aprovechar en gran manera los recursos disponibles en el entorno y las edificaciones existentes.

A continuación, se explica de manera breve y sencilla el diseño elegido para la vivienda habitacional sostenible.

Área del terreno: El área de terreno que se considera por vivienda es de 20 metros por 20 metros (400m²) con un área de construcción de 8.90 x 5.40 m (48.06m²) en base al promedio de extensión de terreno de las viviendas de la colonia Montimar 2; es importante mencionar que dicha extensión de terreno no se considera como requerimiento mínimo para la ejecución de dicho proyecto.

Ubicación dentro del terreno: la ubicación de la vivienda ha sido diseñada de manera tal que cada uno de sus espacios cuente con ventilación e iluminación directa y natural; a la vez, al estar la edificación centrada dentro del inmueble nos permite cumplir con la normativa técnica mínima de ubicación de los sistemas medulares de este proyecto: el sistema de captación de aguas lluvias y el sistema de biogás.

Fundaciones: debido a que nuestro país se encuentra en zona con alta cantidad de movimientos sísmicos, las fundaciones no difieren de la aplicada en las últimas décadas. el sistema elegido es el "Concreto armado", es decir, por medio de soleras o vigas de fundación con armado de varillas de hierro corrugado grado 60 y concreto hecho en obra.

Paredes: nuevamente se elige una técnica constructiva antisísmica. Conformado por mampostería de bloques de concreto y refuerzos tanto verticales como horizontales de acero corrugado grado 60. el sistema mixto de mampostería de bloque ofrece seguridad y durabilidad, así como un costo competitivo, rendimiento y accesibilidad en el mercado y en su técnica de utilización.

Ventanas: situadas en gran parte de norte a sur, esta ubicación aprovecha de la mejor forma los vientos en su trayectoria natural (desde el nor-oeste). Tomando en cuenta que la mayor parte de viviendas son rurales, la propuesta de diseño limita el acceso de animales no deseados en el domicilio sin sacrificar la iluminación y ventilación natural por medio de ventanas metálicas con perfilería de ángulo metálico, malla criba y cedazo metálico. Para el área de servicio sanitario la ventanearía se ubica de este a oeste o viceversa, de manera tal de aprovechar la desinfección por medio de los rayos solares que se transmiten de forma directa a este espacio.

Cada espacio dentro de la casa se encuentra debidamente ventilados cumpliendo la normativa salvadoreña establecida por el Ministerio de Vivienda (MIVI), esto incluye tanto los espacios sociales (sala, cocina, comedor, servicio sanitario) como los espacios privados (habitaciones).

Ventilación e iluminación: este tipo de edificación debe poseer de carácter obligatorio ventilación e iluminación que pueda lograrse de forma tanto eficiente como económica debido a que esto nos garantiza calidad de aire y un ambiente idóneo para realizar actividades diurnas y nocturnas dentro de la construcción.

La iluminación podrá lograrse tanto de manera natural como artificial (luz eléctrica), dando prioridad a la solución más económica ya que el proyecto va orientado a personas de escasos recursos económicos.

De igual forma la ventilación, se ha proyectado de una manera económica, saludable y amigable con el planeta; ya que la obra contará con entradas y salidas de aire desde el exterior hacia el interior de la vivienda favoreciendo de esta forma la circulación y renovación del mismo.

Ya que nuestro país se ve influenciado principalmente por vientos del Nor-oeste se ha aprovechado esta característica para situar la mayor parte de la ventanería en las paredes norte y sur de la vivienda.

Puertas: las puertas exteriores han sido proyectadas en material durable y resistente a la intemperie (metálicas); mientras que todas las puertas internas serán de materiales de mayor sencillez y economía (prefabricadas de cartón pretensado). Con un ancho mínimo de 70 cms y un máximo de 1.00 m, cada puerta cumple con el alto estándar normado de 2.10 m., con giros planificados de tal manera que no interrumpan la circulación interna de los habitantes de la vivienda.

Estructura de techos: por medio de polín tipo "C" sencillo, éstos últimos se ubican a una distancia máxima de 1.00 m y servirán de soporte para la cubierta de techo para el Sistema de captación de Aguas Lluvias a utilizar en la vivienda.

Cubierta de techos: de lámina troquelada metálica de aleación Zinc-Aluminio, la cubierta de techo propuesta responde al requerimiento técnico exigido para el sistema de captación de aguas lluvias; debido a que esta combinación posee una barrera contra la corrosión y alta resistencia al calor, siendo la primera característica lo que la hace ideal para nuestro sistema.

Sistemas especiales

Sistema de Captación de aguas lluvias.

El Salvador para el año 2023 reporto acumulados de precipitación entre 1500 y 2200 mm; a nivel de estaciones meteorológicas en El Salvador, la estación ubicada en Chiltiupán reportó datos de 2000 mm de lluvia para el año 2023, por lo cual, las altas precipitaciones en la zona permitirán a los usuarios de almacenar agua limpia para que puedan hacer uso de ella para ciertas actividades de limpieza personal y de la vivienda.

La cubierta de techo (lamina metálica que tiene la propiedad de no formar corrosión) será la encargada de recolectar el agua lluvia. El agua lluvia recolectada será conducida en primer lugar por canales prefabricados de policloruro de vinilo o PVC con malla “de gallinero” para evitar la caída de hojas u otros materiales. En la “bajada” del mismo material (PVC) se colocará un filtro que evitará la introducción de hojas o cualquier otro objeto orgánico e inorgánico sólido al tanque.

Al pasar por este filtro, el líquido se conducirá hacia el tanque de almacenamiento de agua por medio de tubería de PVC de Ø 3” (diámetro tres pulgadas) por medio de la gravedad.

Una vez almacenada el agua, los habitantes tendrán acceso a este líquido por medio de un grifo y otras salidas que dependen directamente del tanque de agua.

El agua podrá ser utilizada para uso doméstico en actividades como: lavado de manos y trastes de uso diario, descargas para el inodoro, etc.

Cálculo de factibilidad técnica.

Para determinar la capacidad de almacenamiento que puede ser utilizada, se utilizan datos de precipitación de los últimos años, para determinar la cantidad de agua que es capaz de recolectar por metro cuadrado de superficie de techo, a partir de esto se determina: área de techo necesaria, capacidad de tanque de almacenamiento, volumen de agua y capacidad de almacenamiento.

Datos complementarios para el diseño:

Número de usuarios	5 personas
Coefficiente de escorrentía	Calamina metálica 0.9
Demanda de agua	5litros/persona/dia
Área de techo	50m ²

Diseño del sistema de captación de agua pluvial.

REGISTROS LLUVIA MENSUAL PERIODO 2021-2023

AÑO	mm	AÑO	mm	AÑO	mm
ene-21	6	ene-22	2	ene-23	0.6
feb-21	3	feb-22	2	feb-23	0.3
mar-21	8	mar-22	39	mar-23	20.3
abr-21	74	abr-22	115	abr-23	36
may-21	203	may-22	230	may-23	137.5
jun-21	373	jun-22	353	jun-23	245.3
jul-21	204	jul-22	298	jul-23	219.4
ago-21	355	ago-22	413	ago-23	233.6
sep-21	350	sep-22	403	sep-23	432.6
oct-21	185	oct-22	303	oct-23	314.3
nov-21	14	nov-22	92	nov-23	105.8
dic-21	6	dic-22	10	dic-23	2.6

*registro de precipitación mensual en El Salvador.

MES	Precipitación promedio mensual $P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	Determinación de la demanda $D1(m3) = \frac{Nu * Nd * Dot}{1000}$	Oferta de agua en el mes captada (m3) $A_i = \frac{P_{pi} * C_e * A_c}{1000}$	Volumen de tanque de almacenamiento $V_i = A_i - D_i$
Enero	2.87	7.75	0.1290	-7.6210
Febrero	1.77	7.25	0.0795	-7.1705
Marzo	22.43	7.75	1.0095	-6.7405
Abril	75	7.5	3.3750	-4.1250
Mayo	190.17	7.75	8.5575	0.8075
Junio	323.77	7.5	14.5695	7.0695
Julio	240.47	7.7	10.8210	3.0710
Agosto	333.87	7.75	15.0240	7.2740
Septiembre	395.2	7.5	17.7840	10.2840
Octubre	267.43	7.75	12.0345	4.2845

Noviembre	70.6	7.5	3.1770	-4.3230
Diciembre	6.2	7.75	0.2790	-7.4710

**Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas se descartan al no ser capaces de captar la cantidad necesaria por los interesados, en este caso, la factibilidad técnica brinda la apertura para la instalación de un tanque de 1m³ hasta 10m³.*

Sistema de biodigestión.

Un biodigestor es un contenedor que cumple la función de biodegradación anaeróbica de materia orgánica. Este sistema nos permitirá solucionar varios problemas comunes en zonas rurales como:

- La disposición sanitaria de aguas negras debido a la falta de alcantarillados en la zona.
- La cantidad de desechos que se tiran inadecuadamente y producen contaminación ambiental, al ofrecer una opción para los desechos de tipo orgánicos.
- La contaminación generada por el hollín producto de la combustión incompleta de materiales orgánicos y que es uno de los causantes de muchas enfermedades respiratorias y altamente cancerígeno, ya que permite la producción de gas metano que servirá a las familias para cocinar.

El sistema empieza con la colocación de la cámara de carga de 210 x 115 x 130 cm (L x W x H) (contenedor o bolsa de biogás) directo en el suelo natural, el cual debe contar con una nivelación plana. La tubería de entrada al contenedor es alimentada por los desechos de tipo orgánicos provenientes del inodoro que debe estar en elevación con respecto al contenedor. La tubería de salida del contenedor emerge directamente de la cámara de carga, la cual para cumplir con estándares de seguridad deberá ser de tipo acero galvanizado tipo pesado de diámetro Ø ½" cédula 40 subterráneo. A través de dicha tubería se dirige el gas resultante de la biodegradación de manera directa hacia la cocina, luego del tiempo de fermentación de los desechos orgánicos por medio de las bacterias metánicas.

Cálculo de factibilidad técnica.

Para determinar la producción de biogás una vez instalado el sistema de biodigestores, debemos conocer la producción promedio que se produce de biogás con excretas humanas el cual es de 0.025 m³/día.

Por lo tanto:

$$0.025 \text{ m}^3/\text{día} \times \text{N}^\circ \text{ de personas} = \text{Biogás producido al día}$$

$$0.025 \text{ m}^3/\text{día} \times 5 \text{ (promedio de personas en un hogar salvadoreño)} = 0.125 \text{ m}^3/\text{día}$$

La producción de biogás al día por los miembros de la familia debe ser multiplicados por los 30 días que componen el mes:

MES	Biogás producido
1	3.75 m ³
2	7.50 m ³
3	11.25 m ³
4	15 m ³
5	18.75 m ³
6	22.5 m ³

Según los cálculos se generaría biogás en un aproximado de 20 días, lo generado es suficiente para cocinar 2 horas diarias.

Presupuesto

A continuación, se desglosa el presupuesto para la construcción de una vivienda sostenible, dicho presupuesto contempla materiales, mano de obra, desalojo de materiales y residuos, así como también la incorporación del sistema de captación de agua lluvias y sistema de biodigestión, una sola vivienda sostenible tiene un costo total de **13,623.57\$**.

ITEM	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO POR PARTIDA
1	TRAZO					\$ 100.00
1.1	Trazo y nivelación	50	M2	\$ 2.00	\$ 100.00	
2	TERRACERIA					\$ 180.64
2.1	Descapote (incluye desalojo a lugar cercano)	7.5	M3	\$ 6.30	\$ 47.25	
2.2	Excavación (incluye desalojo a lugar cercano)	6.11	M3	\$ 7.80	\$ 47.68	
2.3	Compactación con suelo cemento	1.22	M3	\$ 38.56	\$ 47.14	
2.4	Compactación con material selecto sobre fundaciones	1.96	M3	\$ 19.72	\$ 38.57	
3	FUNDACIONES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES					\$ 1,852.12
3.1	Solera de fundación (0.25x0.30 m)	32.6	M	\$ 48.20	\$ 1,571.32	
3.2	Columnas de bloque de concreto	20.8	M	\$ 13.50	\$ 280.80	
4	PAREDES					\$ 3,366.23
4.1	Paredes de bloque de concreto de 10x20x40 cms, acabado sisado	78.54	M2	\$ 34.09	\$ 2,677.43	
4.2	Cargaderos	7	ML	\$ 18.00	\$ 126.00	
4.3	Solera de coronamiento	10.8	ML	\$ 21.00	\$ 226.80	
4.4	Mojinete	16	ML	\$ 21.00	\$ 336.00	
5	TECHOS					\$ 1,275.82
5.1	Polin C de 3"	39.2	ML	\$ 18.20	\$ 713.44	
5.2	Polín Varilla 3/4"	11.2	ML	\$ 9.10	\$ 101.92	
5.3	Cubierta de techo de lámina troquelada aleación Aluminio-Zinc (incluye capote)	50.6	M2	\$ 9.10	\$ 460.46	
6	PISOS					\$ 1,154.37
6.1	Topping de piso (concreto Simple f'c=180 kgf/cm2 e=5.0 cm)	26.6	M2	\$ 21.61	\$ 574.83	
6.2	Piso tipo acera	19.52	M2	\$ 29.69	\$ 579.55	
7	VENTANAS Y PUERTAS					\$ 871.20
7.1	Ventanas metálicas de marco de angular de 1" y malla criba	5.96	M2	\$ 45.00	\$ 268.20	
7.2	Puerta metálica lisa de 1.0x2.00 m	2	C/U	\$ 174.00	\$ 348.00	
7.3	Puerta lisa de cartón comprimido	3	C/U	\$ 85.00	\$ 255.00	
8	INSTALACIONES HIDRAULICAS					\$ 1,652.71
8.1	Tubería PVC Ø1/2" para abastecimiento de agua de uso diario	9	M	\$ 4.70	\$ 42.30	
8.2	Lavadero prefabricado de un ala	1	C/U	\$ 75.00	\$ 75.00	
8.3	Lavatrastos sencillo de una poseta	1	C/U	\$ 68.95	\$ 68.95	
8.4	Grifos para salida de agua	3	C/U	\$ 48.00	\$ 144.00	
8.5	Ducha sencilla	1	C/U	\$ 55.90	\$ 55.90	
8.6	Tubería PVC Ø 3" para aguas negras	35	M	\$ 21.90	\$ 766.56	
8.7	Tanque séptico prefabricado	1	C/U	\$ 500.00	\$ 500.00	
9	INSTALACIONES ELECTRICAS					\$ 959.00
8.7	Instalaciones de luminarias e interruptores	1	SG	\$ 348.00	\$ 348.00	
8.8	Instalaciones de tomacorrientes	1	SG	\$ 280.00	\$ 280.00	
9.1	instalación de tablero y acometida eléctrica	1	SG	\$ 331.00	\$ 331.00	
10	SISTEMAS ESPECIALES				\$ 0.00	\$ 1,275.31
10.1	Sistema de captación de aguas lluvias (canal, filtro para sedimentos orgánicos gruesos, base de tanque, tanque, etc.)	1	SG	\$ 766.07	\$ 766.07	
10.2	Sistema de biogás (incluye tubería PVC para gas, inodoro, bolsa o contenedor)	1	SG	\$ 206.90	\$ 206.90	
	COSTO DIRECTO=					\$ 12,385.06
					COSTO INDIRECTO (IMPREVISTOS)=	\$ 1,238.51
					COSTO TOTAL FINAL=	\$ 13,623.57

Desglose de presupuesto por sistemas especiales

Sistema de captación de aguas lluvias (canal, filtro para sedimentos orgánicos gruesos, base de tanque, tanque)

ITEM	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1	Tubería PVC Ø 3 para aguas lluvias	12	M	\$ 6.62	\$ 79.44
2	Canal de aguas lluvias	11	m	\$ 26.25	\$ 288.75
3	Base para tanque	1	sg	\$85.00	\$85.00
4	Tanque de agua 1,000 l	1	c/u	\$214.00	\$214.00
5	Lavamanos	1	c/u	\$35.00	\$35.00
6	Mano de obra por instalación	4	Salario/día	\$15.97	\$63.88
COSTO TOTAL					\$ 766.07

Sistema de biogás (incluye tubería PVC para gas, inodoro, bolsa o contenedor)

ITEM	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1	Bolsa biodigestora	1	c/u	\$ 105.00	\$ 105.00
2	Excavación	0.84	M ³	\$14.90	\$14.90
3	Compactación	0.84	M ³	\$19.72	\$19.72
4	Tubería de acero galvanizado tipo pesado Ø ½" cedula 40	1.00	M	\$14.90	\$14.90
5	Mano de obra por instalación	4	Salario/día	\$15.97	\$63.88
COSTO TOTAL					\$ 206.90

Operación y mantenimiento

Para cumplimiento de los objetivos a largo plazo y poder beneficiar a la población meta, es importante considerar un adecuado método de operación y mantenimiento para hacer uso correcto de cada sistema y no comprometer la salud de la población.

Para esto se sugiere los siguientes puntos a considerar:

Sistema de captación de agua lluvia.

1. Limpiar el techo de forma regular, asegurando que se encuentre limpio previo a la temporada de lluvias y durante la misma.
2. Limpiar la canaleta de agua lluvia antes de la temporada lluviosa y una vez esta de iniciar es recomendable utilizar las primeras lluvias como limpieza del canal.
3. Al utilizar las primeras lluvias como limpieza del canal será importante vaciar dicha agua almacenada.
4. Una vez finalice la temporada de lluvias es recomendable limpiar el filtro de hojas, haciendo uso de un cepillo y agua limpia.
5. Limpiar el tanque de forma periódica, al inicio de la temporada de lluvias siguiendo los siguientes pasos:
 - Limpiar paredes y fondo del tanque con una escoba suave.
 - Usar agua limpiar con jabón neutro (no detergentes).
 - Dejar actuar por un promedio de media hora.
 - Enjuagar con agua limpiar.
 - Retirar toda el agua utilizada en la limpieza.
6. Verificar la existencia de fugas en el sistema cada seis meses.
7. Limpiar áreas cercanas al tanque de almacenamiento para evitar maleza u otros materiales que puedan convertirse en criaderos de vectores.

Sistema de Biodigestión.

El sistema de biodigestión puede ser alimentado de forma diaria con residuos de cocina, residuos de animales, considerando lo siguiente:

- Residuos Orgánicos del Hogar:

Considerar un máximo de 6 litros de residuos orgánicos por día; evitar:

Agregar grandes cantidades de cascaras de frutos cítricos ya que estos contienen aceites antibacteriales que podrían afectar el proceso anaerobio natural.

Agregar grandes cantidades de aceite de cocina; ya que estas pueden disminuir el pH del sistema afectando la velocidad de descomposición, máximo 50ml/Día.

- Residuos Orgánicos de animales (estiércol):

Los residuos de animales deberán agregarse lo más puro posible, evitando en gran medida rocas, tierra y paja, para el caso de animales como perros y gatos es permitido agregar siempre y cuando no sea mezclado con arena.

Cualquier tipo de residuo de animal deberá ser mezclado con 2 veces su volumen con agua (1:2 residuo: agua).

Máximo 15 litros por día.

Para el caso de aves de corral (gallinas, patos etc.) al contener grandes cantidades de amoníaco puede aumentar los niveles de pH al sistema, por lo cual se considera un máximo del 50% de residuos totales, ejemplo: 6 litros de residuos de cocina + 3 litros de residuos de aves de corral + 6 litros de agua.

NO ALIMENTAR CON:

Residuos de jardín como:

- Grama
- Hojas secas
- Paja
- Residuos de madera
- Tierra
- Arena

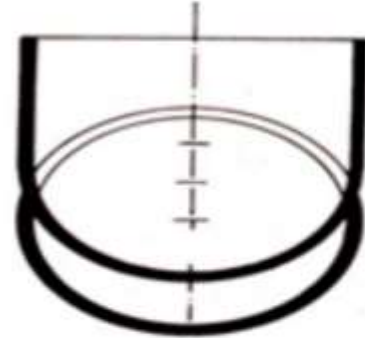
Residuos inorgánicos como:

- Metal
- Plástico
- Vidrio
- Papel
- Cualquier líquido inorgánico como: limpia pisos, detergentes, etc.

EN CASO DE NO UTILIZAR EL BIOGÁS:

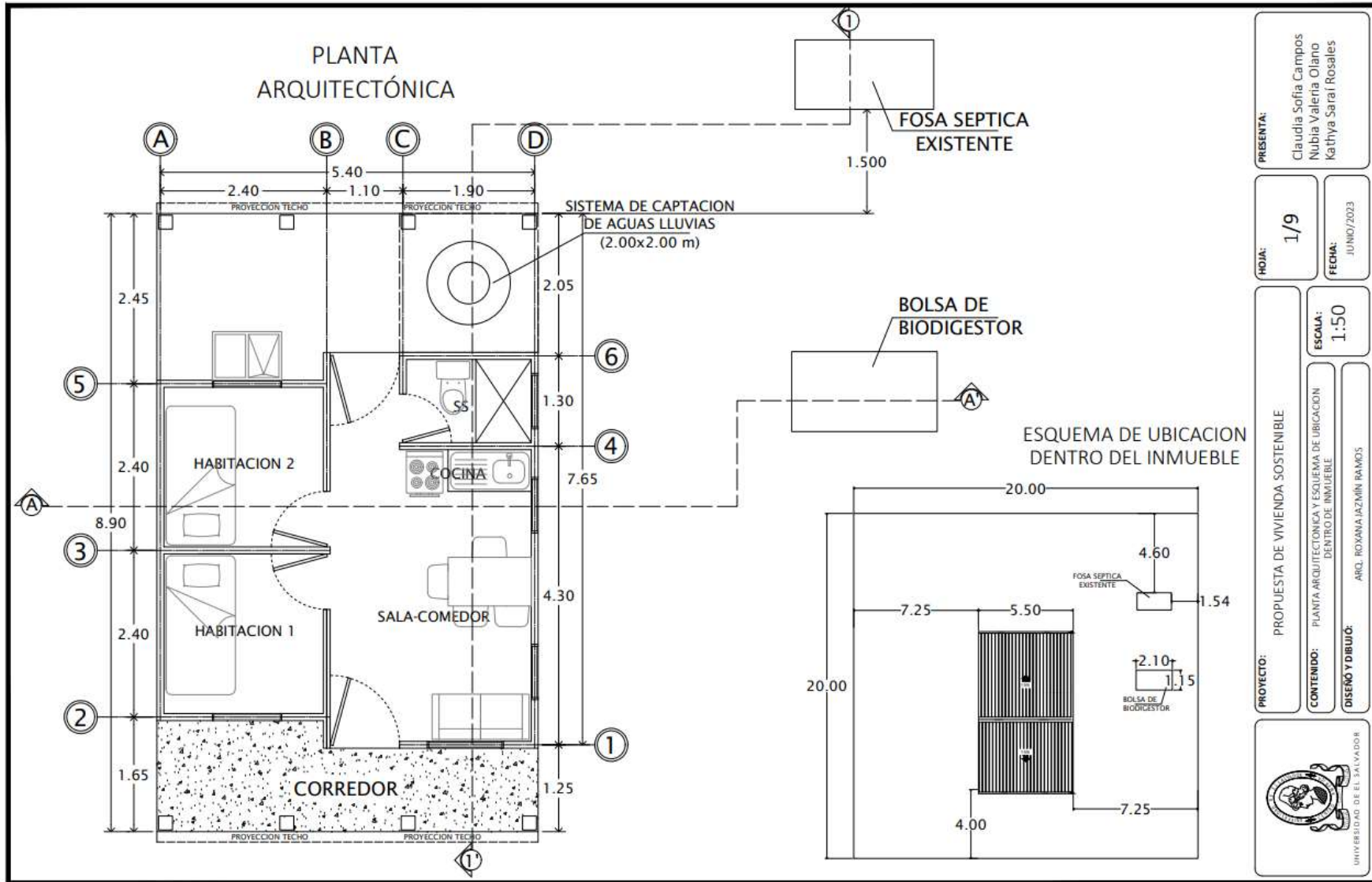
En casos de no utilizar el biogás el sistema posee una válvula de seguridad que en una botella de al menos 10 cm de profundidad insertada el tubo de salida, cuando la presión del digestor es mayor a la del agua, se libera el biogás.

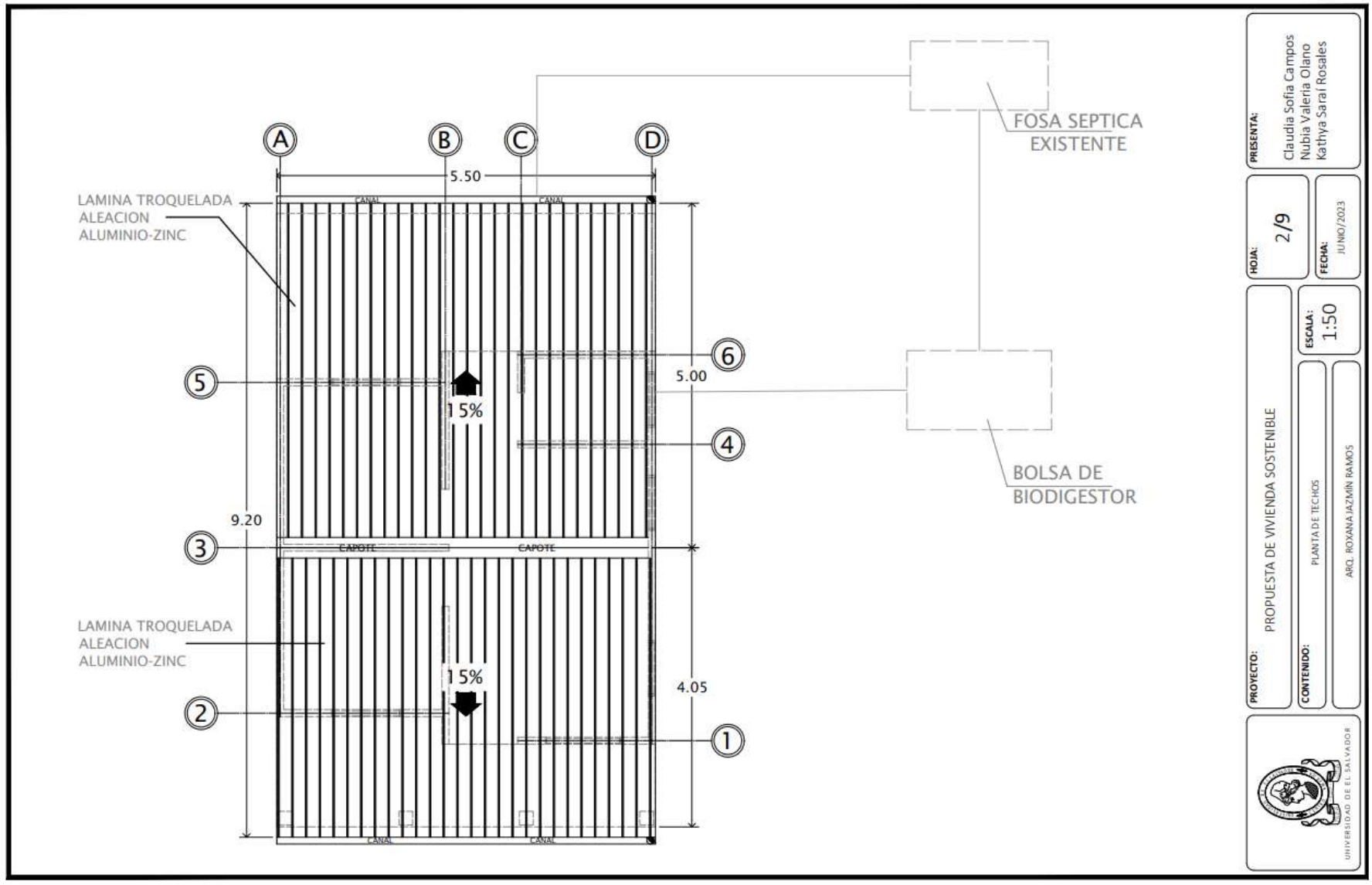
Planos



PLANOS

En esta sección se presentan las propuestas de planos con su simbología respectiva y dimensiones.



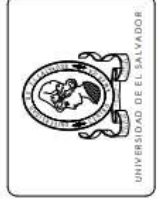


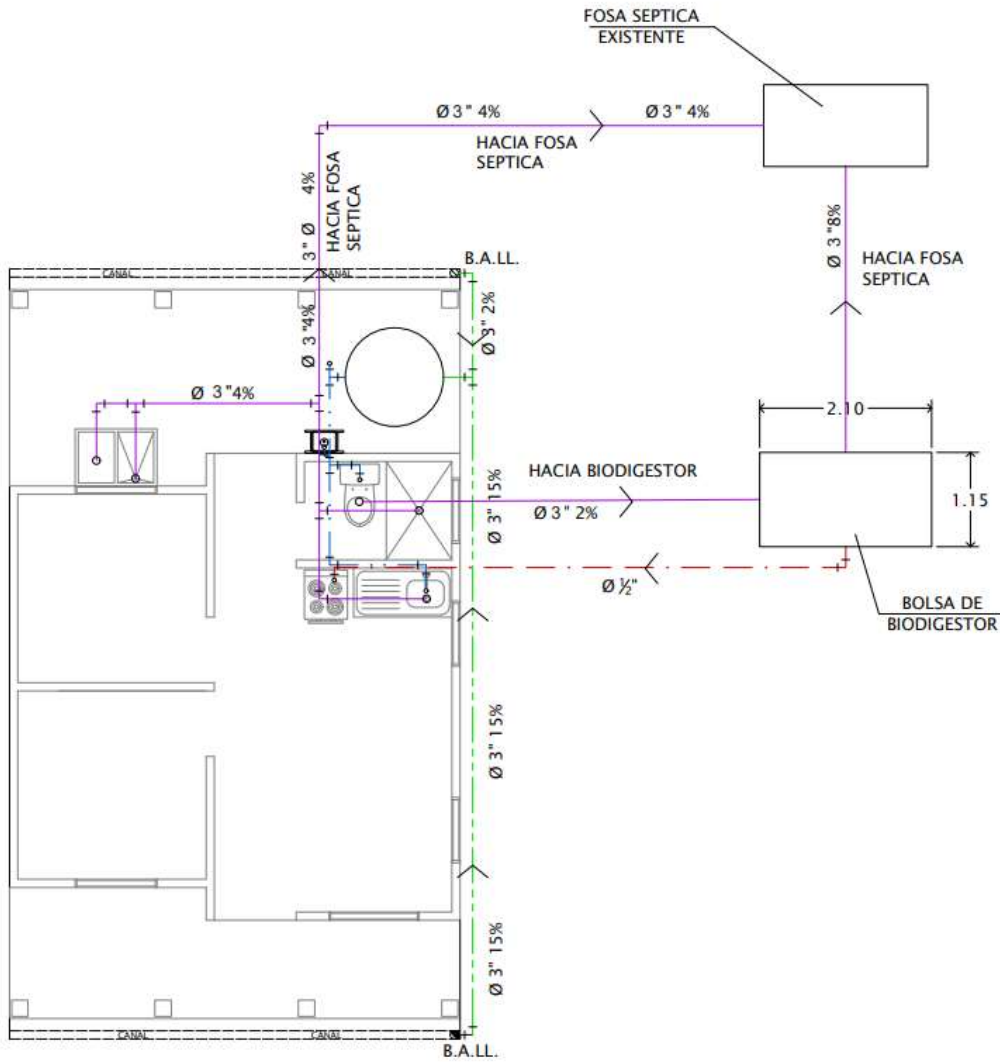
PRESENTA:
 Claudia Sofia Campos
 Nubia Valeria Olano
 Kathya Sarai Rosales

HOJA: 2/9
 FECHA: JUNIO/2023

ESCALA: 1:50

PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE
 CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS
 ARQ. ROXANA JAZMIN RAMOS





SIMBOLO	DESCRIPCION
AGUA DE USO DOMESTICO	
	Tubería de agua para uso doméstico (PVC $\varnothing 1/2"$)
	Salida de agua
	Tee
	Codo 90°
AGUAS NEGRAS	
	Tubería de aguas negras (PVC $\varnothing 3"$)
	Salida de aguas jabonosas/negras
	Tee
	Codo 90°
AGUAS LLUVIAS	
	Tubería de aguas lluvias (PVC $\varnothing 3"$)
	Bajada de aguas lluvias
	Tee
	Codo 90°
SISTEMA DE GAS	
	Tubería de gas (Acero galvanizado tipo pesado $\varnothing 1/2"$ cédula 40)
	Salida de gas
	Codo 90°

PRESENTA:
Claudia Sofia Campos
Nubia Valeria Olano
Kathya Sarai Rosales

Hoja: 3/9


FECHA: JUNIO/2023

ESCALA: S/E

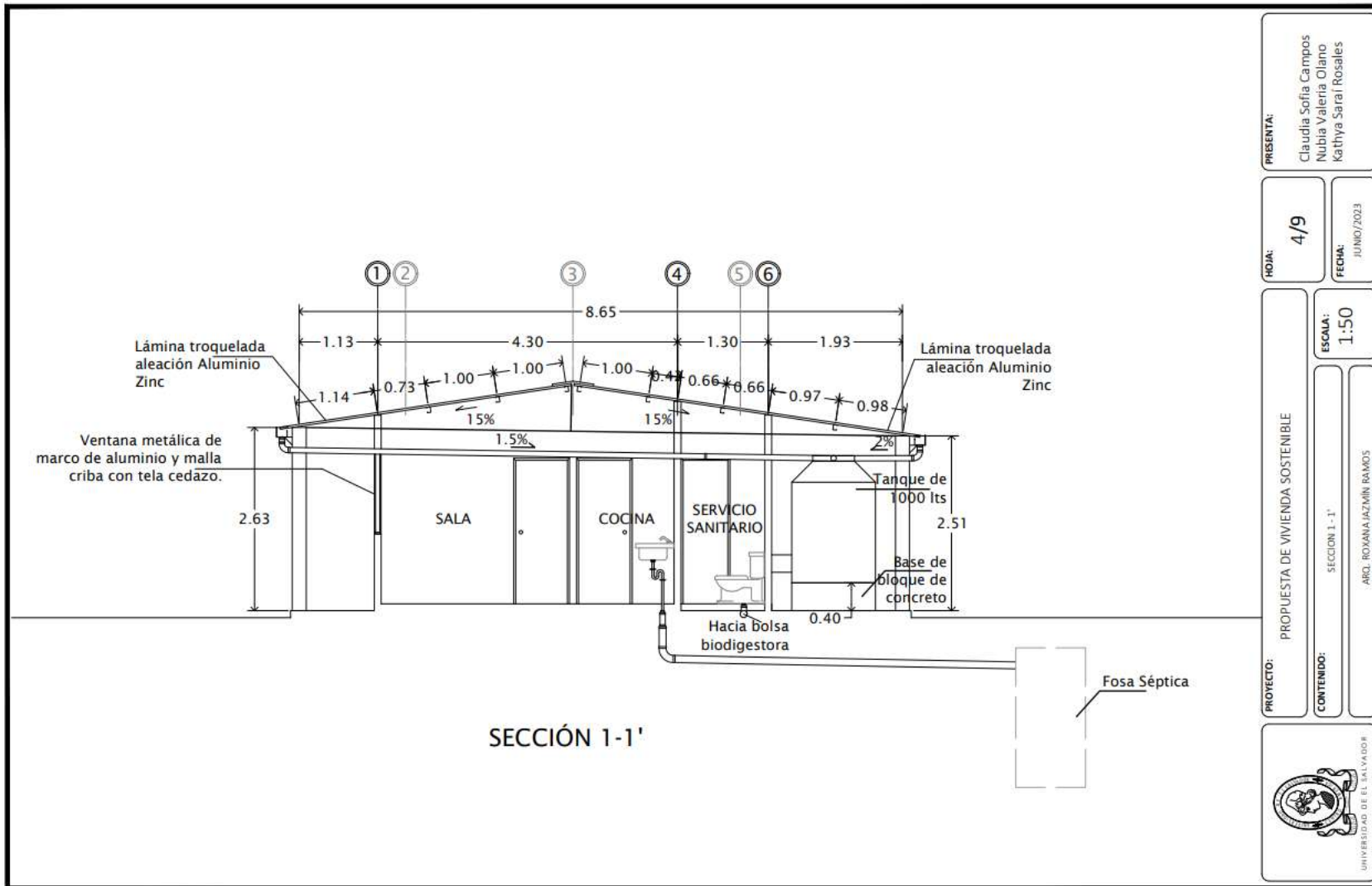
PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SISTEMA DE BIODIGESTOR

ARQ. ROMANA JAZMIN RAMOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



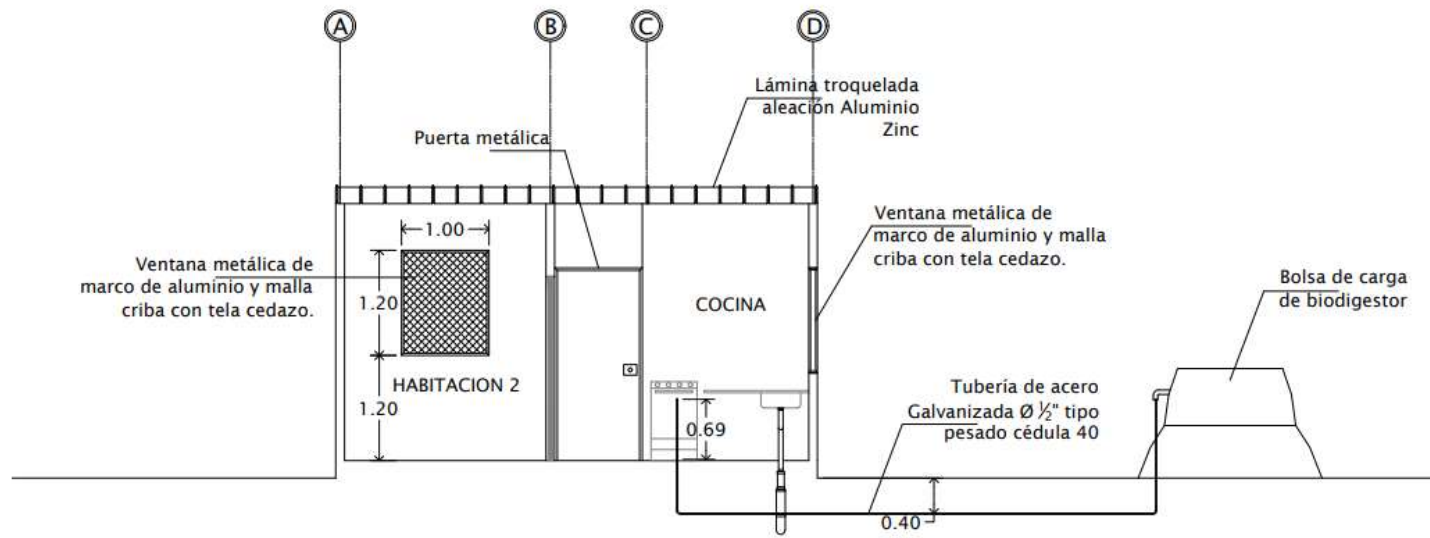
PRESENTA:
 Claudia Sofía Campos
 Nubia Valeria Olano
 Kathya Sarai Rosales

HOJA: 4/9
 FECHA: JUNIO/2023


ESCALA: 1:50

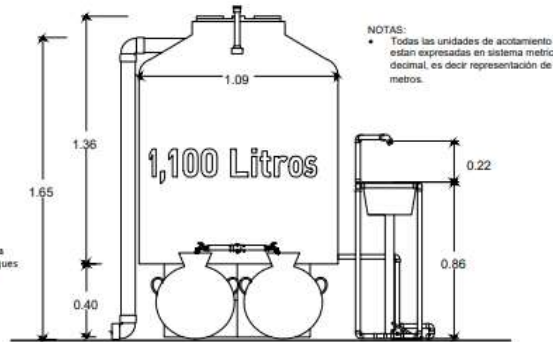
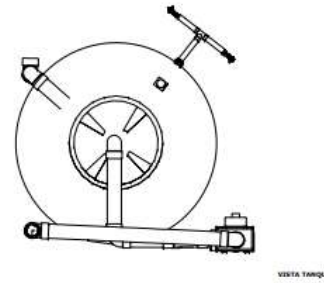
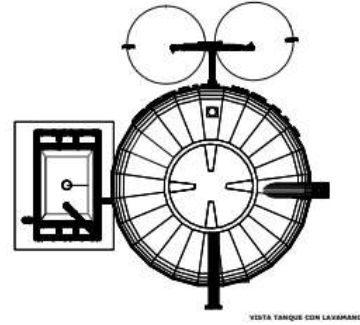
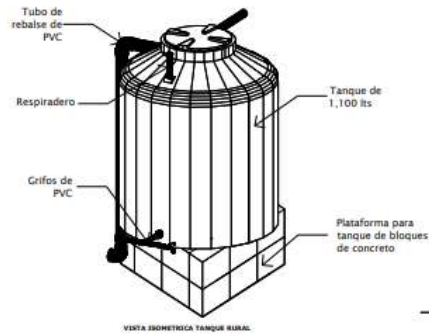
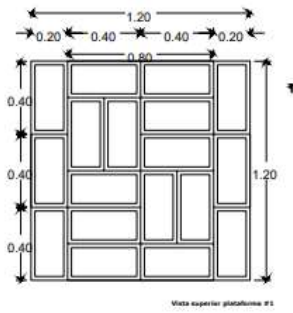
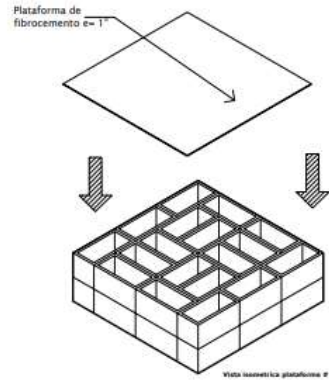
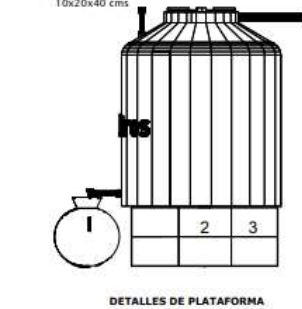
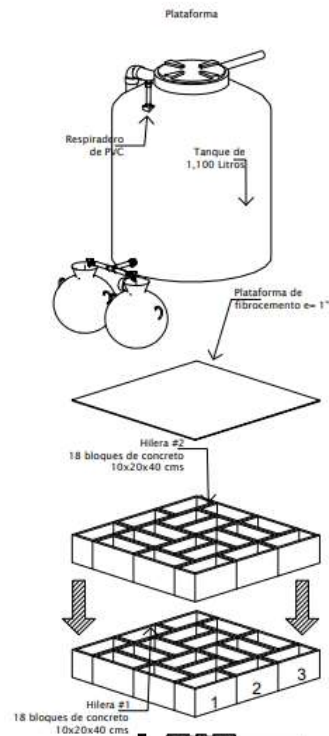
PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE
 CONTENIDO: SECCIÓN 1 - 1'
 ARQ. ROXANA JAZMIN RAMOS



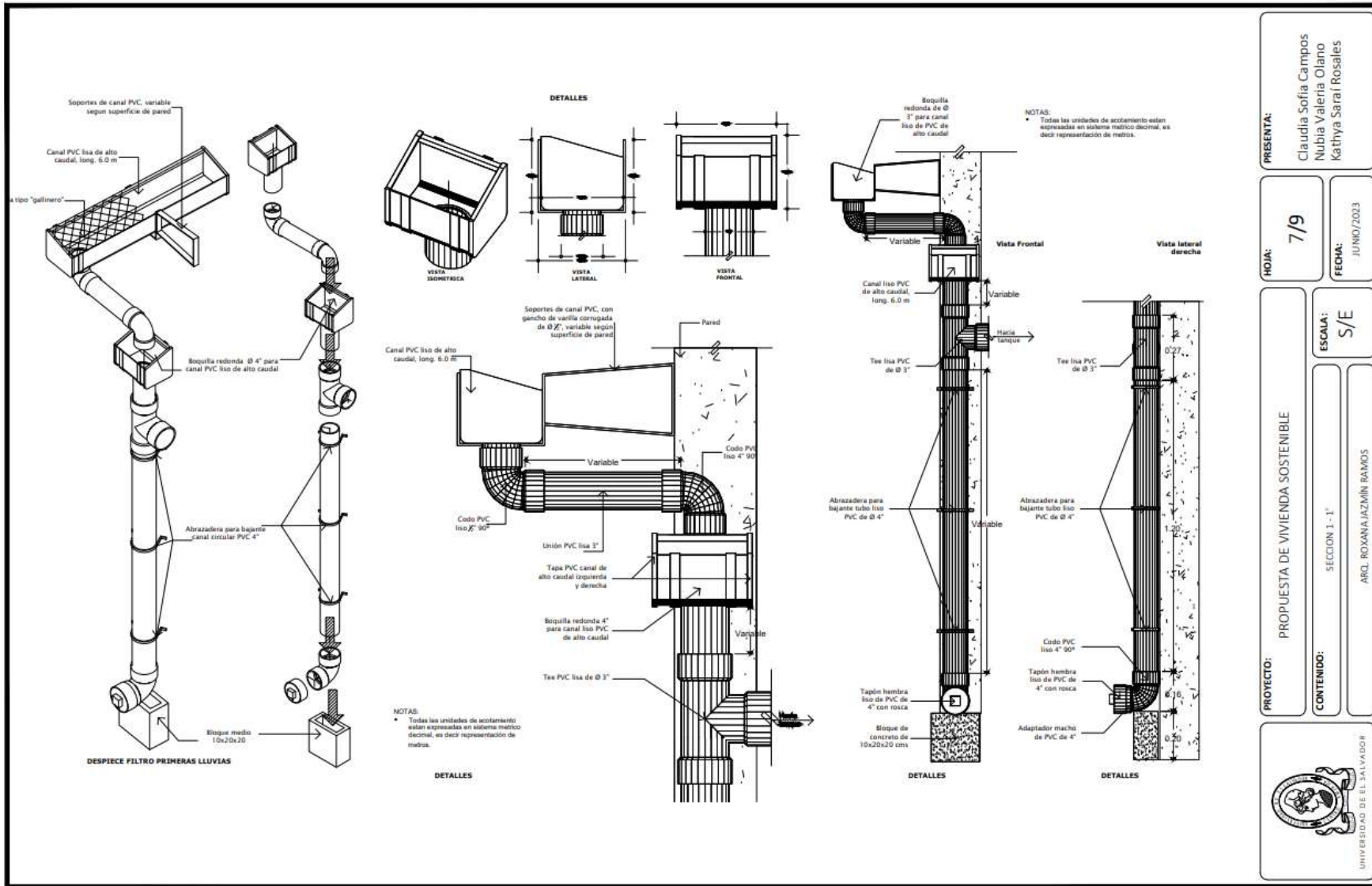



SECCIÓN A-A'

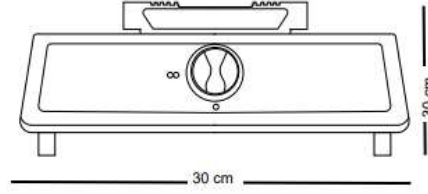
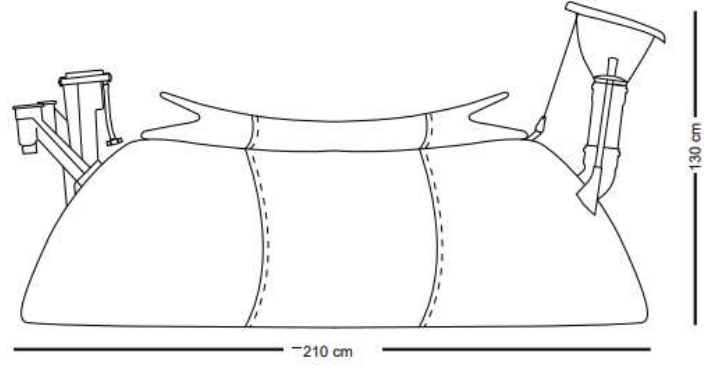
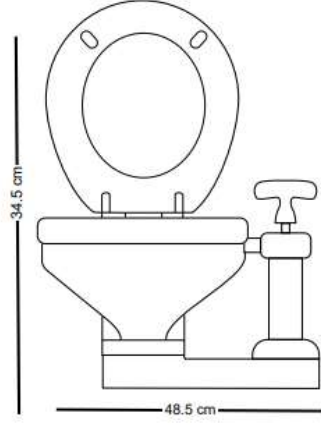
PRESENTA: Claudia Sofia Campos Nubia Valeria Olano Kathya Sarai Rosales	HOJA: 5/9	FECHA: JUNIO/2023
	ESCALA: 1:50	
PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE	CONTENIDO: SECCION 1 - 1' ARQ. ROMANA JAZMIN RAMOS	
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		



PRESENTA: Claudia Sofia Campos Nubia Valeria Olano Kathya Sarai Rosales	HOJA: 6/9	FECHA: JUNIO/2023
	ESCALA: S/E	
PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE	CONTENIDO: SECCION 1-1'	
	ARQ. ROXANA JAZMIN RAMOS	
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		



PRESENTA:	Claudia Sofia Campos Nubia Valeria Olano Kathya Saral Rosales	
	HOJA:	7/9
FECHA:	JUNIO/2023	
ESCALA:	S/E	
PROYECTO:	PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE	
CONTENIDO:	SECCION 1 - 1"	
	ARQ. ROXANA JAZMIN RAMOS	
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		



PROYECTO:

PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE

CONTENIDO:

SECCION I - 1'

ARQ. ROXANA JAZMIN RAMOS

HOJA:

8/9

ESCALA:

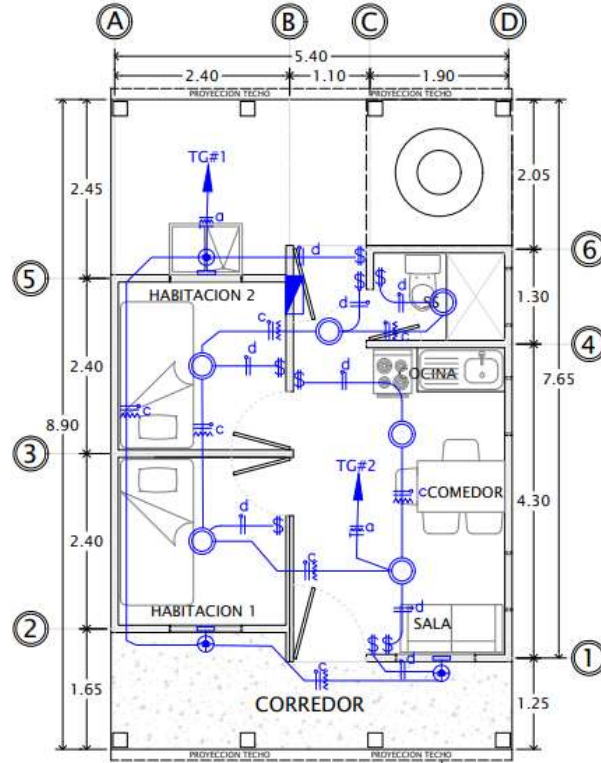
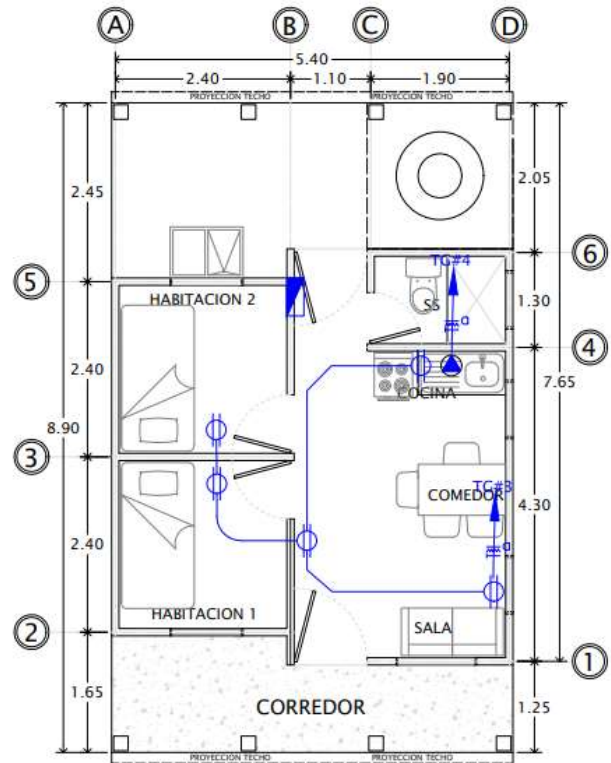
1:50

FECHA:

JUNIO/2023

PRESENTA:

Claudia Sofia Campos
Nubia Valeria Olano
Kathya Sarai Rosales



CLAVE DE ALAMBRADO	
CLAVE	DESCRIPCION :
a	2-THHN10+1-THHN12, 1/2"
b	2-THHN12+1-THHN14, Ø1/2"
c	3-THHN 14 Ø 1-2"
d	2-THHN 14 Ø 1/2"

SIMBOLO DE ALAMBRADO			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
—	CONDUCTOR VIVO	—o	RETORNO
—w—	NEUTRO	—	TIERRA

CODIGO DE COLORES ALAMBRADO	
LINEA	COLOR
FASE "A"	NEGRO
FASE "B"	ROJO
NEUTRO	BLANCO
TIERRA	VERDE
RETORNO PARA INTERRUPTORES	AMARILLO

CUADRO DE SIMBOLOS	
	TOMA CORRIENTE MONOFASICO TRIFILAR 50A/240 V
	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120 V/15AMP.
	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120 V/15A. GFCI
	LUMINARIA COMPUESTA POR ROSETA PARA FOCO SUPERFICIAL Y FOCO DE 9W LED
	LUMINARIA DE EXTERIOR ROSETA ADOSADA A PARED CON FOCO DE 9W AHORRADOR
	INTERRUPTOR DE LUCES SENCILLO DE 120V-15A
	PANEL GENERAL O TABLERO DE DISTRIBUCION. PROTECCION NEMA 3R INTEMPERIE-NEMA 1 INTERIORES
	CIRCUITO DEDICADO CALIBRE DE CABLES Y NUMERO DISTRIBUCION VER SUB-TABLEROS
	TUBERIA EN CIELO O PARED DIAMETRO MINIMO Ø3/4" o INDICADO
	TUBERIA SUB-TERRANEA CONDUIT PVC CED. 40 Ø 3/4" o INDICADO

PRESENTA:
Claudia Sofia Campos
Nubia Valeria Olano
Kathya Sarai Rosales

HOJA: 9/9

FECHA: JUNIO/2023

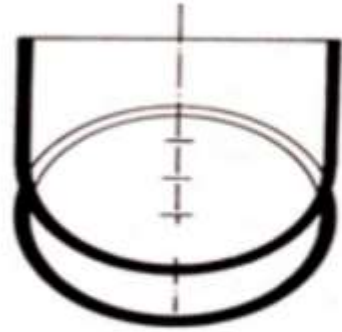
ESCALA: S/E

PROYECTO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE

CONTENIDO: DISEÑO ELECTRICO, PLANTAS DE LUMINARIAS Y TOMACORRIENTES

DISEÑO Y DIBUJO: ARQ. ROXANA JAZMIN RAMOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



**PRESENTADO
EN CIUDAD
UNIVERSITARIA,
ABRIL 2024**