



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESINA

CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA
LA GENERACIÓN DE BIOGÁS CON SUBSIDIOS
DE LA SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

TESINA PROFESIONAL

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

ISIDRO COHENETE ANTONIO

ASESOR DE TESIS

MAESTRO EN ADIMINISTRACIÓN
RAMIRO SILVA OROZCO



Ciudad Universitaria, Morelia Michoacán a julio de
2014.

AGRADECIMIENTOS

Es una verdadera satisfacción agradecer en mi trabajo final de la escuela de ingeniería civil a todo aquel que favoreció para que yo pudiera completar uno de mis más grandes sueños.

Primero quiero agradecer a dios nuestro padre por haberme permitido terminar mi carrera y por impulsarme en aquellos momentos en los que sentía que fracasaba, porque sin la ayuda de él no hubiera podido.

A la virgen de Guadalupe a quien siempre le pedí me ayudara ser atento y darme capacidad para estudiar esta carrera.

A mi abuelo Adolfo Cohenete Crisóstomo que en paz descanse, que con sus últimos consejos me ayudo a valorar la vida y a conocer sus dificultades y saber resolverlos.

A mis padres y hermanos, Antonio y lola, mis hermanos Santiago, Lucas, Melchor, Antonio el junior y juan por el apoyo brindado y los ánimos que siempre me han dado.

Y por supuesto a mi esposa que siempre me complace y en especial a mis hijos Adolfo y Daniel que son la razón de mis esfuerzos en esta vida.

RESUMEN.

La presente tesina se desarrolla en base al curso de actualización “procedimientos para concursar y ejecutar obra pública”, en el cual analizamos los procedimientos y requerimientos necesarios para la ejecución de obra pública convocada por las diferentes dependencias, los cuales se desarrollan principalmente a través de los concursos por licitación de obra, en este caso se menciona una de las formas de ejecución, el cual consiste en la presentación de proyectos propuestos ante la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), los cuales tienen un objetivo común que es la del cuidado del medio ambiente aprovechando los recursos naturales sin que estos se vean afectados por el exceso de su uso. Dentro de los programas que apoya la dependencia a través de sus lineamientos se otorgan subsidios para el desarrollo y ejecución de los proyectos, los cuales tienen como objetivo la preservación del medio ambiente. En este caso hablamos de la construcción de un biodigestor de polietileno en comunidades rurales, el cual tiene la función principal de producir biogás a través de la descomposición anaeróbica de estiércol de cerdo, este se considera principalmente por ser un animal que tiene una alimentación muy variada, además de que al final del proceso, el estiércol al descomponerse a cierta temperatura elimina bacterias y parásitos, quedando solamente los nutrientes, los cuales se pueden utilizar como bio-fertilizantes para los campos de cultivo en las comunidades. Se describe la planeación, programación, construcción y ejecución del biodigestor para poder determinar el tiempo exacto de ejecución y la forma de la construcción. Determinando el costo de un biodigestor se puede saber el número de biodigestores que se pueden realizar con el subsidio que se asigna al proyecto, y este sea suficiente para construir la cantidad necesaria para beneficiar el número de familias que los requieran.

PALABRAS CLAVE:

BIODIGESTOR, BIOGÁS, RURALES.

ABSTRACT

The present thesis is a developed based course in actualization to “compete and execute procedures for public works”, in which we analyze the requirements necessary for the execution of public works organized by the different dependences, which is developed mainly public competitions by bidding for work in this case is mentioned as one of the forms of execution in which consists of the presentation of projects proposed to the ministry of the environment natural resources (SEMARNAT), which have an objective base which is the care of the ambience means exploiting natural resources without them being affected by excessive use. Within the program dependence as supporting through its guidelines development grants and execution of projects awarded which we have as the objective the preservation environment, in this case we speak of the construction of polyethylene biodigester in rural communities, the dual function of the main theme produces biogas through an aerobic decomposition of pig manure, this is mainly considered for an animal that has a very varied alimentation also at the end of the process manure to decompose at a certain temperature eliminates bacteria's and parasites, leaving only the nutrient which can be used as biofertilizers fields in communities. The described planning, programming, construction and execution from the digester is described to determine the exact time of execution and the way of construction. In determining the cost of biodigester can know the number of biodigester is that you make with the subsidy that is assigned to the project and this is enough to build the required amount to benefit the number the need of families.

KEY WORDS

BIODIGESTER, BIOGAS, RURAL.

ÍNDICE

Capítulo 1: Introducción

1.1.- Introducción.	1
---------------------	---

Capítulo 2: Planeación

2.1.- Antecedentes.	8
2.2.- Justificación.	10
2.3.- Manejo y tratamiento de residuos orgánicos semisólidos y líquidos.	11
2.4.- Biodigestión anaeróbica.	12
2.5.- El proceso de biodigestión.	14
2.5.1.- Hidrólisis.	14
2.5.2.- Formación de ácidos.	14
2.5.3.- Formación de metano.	15
2.6.- Producción del biogás.	15
2.7.- Producción de abono.	15
2.8.- Ventajas y desventajas del uso de los biodigestores.	16
2.8.1.- Ventajas.	16
2.8.2.- Desventajas.	17
2.9.- Construcción del biodigestor.	17
2.9.1.- Tamaño del biodigestor.	17
2.9.1.1.- Temperatura.	18
2.9.1.2.- Cantidad de excretas o aguas residuales.	18
2.9.2.- Ubicación y dimensiones de la fosa.	19
2.9.3.- Construcción de registros.	21

2.9.3.1.- Registro de entrada o de carga.	21
2.9.3.2.- Registro de salida.	21
2.9.4.- Bolsa reservorio.	22
2.9.5.- Conducción de biogás.	24
2.9.6.- Válvula de seguridad.	24
2.10.- Manejo, mantenimiento y cuidado del biodigestor.	25
2.10.1.- Carga diaria.	25
2.11.- Protección del biodigestor.	26
2.12.- Labores de mantenimiento.	27
2.12.1.- Labores diarias.	27
2.12.2.- Labores semanales.	28
2.12.3.- Labores mensuales.	29
2.13.- Utilización eficiente del biogás.	30
2.14.- Instalación de estufas y quemadores.	30
Capítulo 3: Programación.	31
3.1.- Procedimiento constructivo.	32
3.1.1.- Preliminares.	32
3.1.2.- Construcción de registros de entrada y salida.	33
3.1.3.- Fabricación, colocación de biodigestor y amarre.	33
3.1.4.- Construcción de estructura metálica.	34
3.1.5.- Colocación de tela-malla.	34
3.1.6.- Colocación de polietileno en estructura tipo invernadero.	34
3.1.7.- Fabricación y colocación de bolso reservorio.	35

3.1.8.- Colocación de malla de gallinero para protección.	35
3.1.9.- Colocación de válvula de seguridad.	35
3.1.10.- Colocación de poliducto de salida para el quemador.	36
3.1.11.- Colocación de quemador.	36
3.2.- Listado de actividades.	36
3.3.- Programación de actividades.	38
 Capítulo 4: Presupuestación.	 40
4.1.- A) Consumo eficiente de energía.	41
4.2.- Sobre el monto de subsidio o apoyos económicos.	42
4.3.- Análisis detallado de los precios unitarios de los materiales.	44
 Capítulo 5: Ejecución.	 50
5.1.- Desarrollo de la ejecución.	51
5.1.1.- Preliminares.	51
5.1.2.- Registros de entrada y de salida.	53
5.1.3.- Fabricación de biodigestor.	54
5.1.4.- Colocación y amarre del biodigestor.	55
5.1.5.- Construcción de estructura metálica.	56
5.1.6.- Colocación de tela-malla.	57
5.1.7.- Colocación de polietileno en estructura tipo invernadero.	58
5.1.8.- Fabricación y colocación del bolso reservorio.	59

5.1.9.- Colocación de malla de gallinero para protección.	60
5.1.10.- Colocación de válvula de seguridad.	61
5.1.11.- Colocación de poliducto de salida para el quemador.	62
5.1.12.- Colocación del quemador.	63
 Capítulo 6: Conclusión.	 64
6.1.- Biogás.	66
6.2.- Fertilizante orgánico.	66
 Bibliografía.	
Bibliografía.	68

CAPÍTULO 1

INTRODUCCION

1.1.- INTRODUCCION

Dentro del programa del curso “Procedimientos para Concursar y Ejecutar Obra Pública” el objetivo principal es el de proporcionar las herramientas necesarias para conocer los procedimientos y requerimientos que permita a los constructores egresados a las áreas afines a la construcción, concursar y ejecutar obra pública convocada por las diferentes dependencias, entidades y ayuntamientos del gobierno estatal y federal, así como elaborar, estructurar, analizar, evaluar, planear, programar y ejecutar correctamente las obras a construir, mediante propuestas técnicas y económicas requeridas por normativa.

Cabe mencionar que dentro de los programas de las diferentes dependencias y entidades dependiendo de estos, no todos se llevan a cabo a través de las convocatorias tradicionales para concursar las diferentes obras a ejecutar y que benefician a los diferentes sectores de la sociedad. Como ejemplo se pueden mencionar algunos programas en la dependencia de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como son: “Programa de Empleo Temporal” (Pet), “Hacia la Igualdad de Género y Sustentabilidad Ambiental”, “Pueblos Indígenas y Medio Ambiente”, “Fomento a la Conservación de la Vida Silvestre” (Uma), “Programas de Educación Ambiental”, “Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa Ambiental”, entre algunos otros, en los que la dependencia otorga apoyos y subsidios para desarrollarlos y que los cuales no se llevan a cabo mediante las licitaciones, sin embargo estos proyectos requieren de personas capacitadas para desarrollarlos, en este caso dentro del programa por reglas de operación se solicita que se tenga un prestador de servicios profesionales o asesor técnico inscrito en la

dependencia el cual será el encargado de ejecutar la obra conforme a los requerimientos técnicos del proyecto.

En este caso se plantea la propuesta en la que trabajaremos con un apoyo que otorga la Semarnat a las comunidades a través del programa de obra pública “Hacia la Igualdad de Género y Sustentabilidad Ambiental” mediante el cual busca fomentar el auto empleo así como la auto sustentabilidad de las familias que serán beneficiadas y como objetivo principal incorporar en los diferentes ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país, conformando así una política ambiental integral e incluyente que permita alcanzar niveles altos en el aprovechamiento y el desarrollo sustentable del medio ambiente, teniendo así una autentica preocupación por proteger y conservar el medio ambiente y utilizar sustentablemente los recursos naturales conciliando el desarrollo económico, la convivencia armónica con la naturaleza y la biodiversidad cultural.

En concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo para el país el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y el Programa de “Hacia la Igualdad de Género y la Sustentabilidad Ambiental”, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) reconoce la necesidad de vincular los aspectos de preservación del medio ambiente y justicia social con la igualdad de oportunidades y la equidad de género, garantizando así la participación de las mujeres en la construcción de obras en beneficio del desarrollo sustentable. Particularmente el cambio climático ha abierto aún más la brecha de desigualdades de género, entre las que encontramos: la feminización y envejecimiento de la población rural, mayores cargas de trabajo y responsabilidades familiares ante el incremento de la migración masculina y femenina.

De los principales efectos identificados del cambio climático y su impacto en el trabajo de mujeres en zonas rurales, destacan:

- *Exposición a riesgos relacionados con el ciclo del agua y la Biodiversidad:* Es previsible que las tareas femeninas tradicionales de aprovisionamiento de agua y leña, incrementarán sus cargas de trabajo y tiempo.
- *Inadaptabilidad a las variantes del clima:* Por lo que las actividades (agricultura, industria, pesca y sector informal) remuneradas podrían verse gravemente retrasadas.
- *Disminución de la producción agrícola:* Y en consecuencia, menor acceso a alimentos, mayor pobreza y riesgos de desnutrición y otras afectaciones a la salud de ellas y sus familias.
- *Incremento de la migración:* Debido a alteraciones climáticas que provocan sequías, pérdida de vegetación y condiciones no aptas para la agricultura.
- *Desastres naturales (inundaciones):* Dificultad en el acceso a servicios básicos, propagación de enfermedades, pérdida de patrimonio y documentos.

La capacidad para adaptarse y hacer frente a los impactos del cambio climático está en función de la información, los recursos económicos, los conocimientos científicos y las aptitudes técnicas. Dado que las mujeres acceden en menor medida que los hombres a este tipo de recursos, su capacidad de resiliencia es menor frente a los fenómenos originados por el cambio climático.

La degradación del medio ambiente aumenta la vulnerabilidad de las mujeres en situación de pobreza y lesiona su vida cotidiana. La pérdida y deterioro de los recursos naturales menoscaba los niveles y variedad productiva; agota la fertilidad del suelo, disminuye el abasto de agua, alimentos, medicinas naturales y **combustible**, lo que multiplica en tiempo y esfuerzo las jornadas de trabajo

doméstico y productivo y obstaculiza la búsqueda de ingresos o de alternativas de desarrollo personal, familiar y comunitario.

Referente al cambio climático se sabe que se debe a varios factores pero principalmente a los gases de efecto invernadero los cuales se acumulan en la capa de ozono haciéndolo de mayor espesor el cual comienza a tener una función como si fuera una lupa aumentando el calor y los rayos del sol que ingresan al suelo terrestre y evitando así la evaporación natural de los gases debido a la acumulación de estos, impidiendo la transpiración natural de la tierra generando más calor por tiempo más prolongado dentro de la capa de ozono y por consecuencia un cambio climático extremo.

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la industria, debido a que en un invernadero la tarea principal es la de contener el calor para que se aproveche al máximo, pero en una acumulación excesiva es riesgoso para los seres vivos por el excesivo calor que se genera ocasionando deshidratación e insolación así como diferentes tipos de enfermedades como cáncer de piel en el caso de los humanos entre otros, y es lo mismo que pasa en mayor escala con la tierra ocasionando el calentamiento global.

Los gases de efecto invernadero son principalmente:

- Vapor de agua (H_2O). El vapor de agua es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. Es el que más contribuye al efecto invernadero debido a la absorción de los rayos infrarrojos.

- Dióxido de carbono es uno de los gases de efecto invernadero (G.E.I.) que contribuyen a que la Tierra tenga una temperatura tolerable para la biomasa. Por otro lado, un exceso de dióxido de carbono se supone que acentuaría el fenómeno conocido como efecto invernadero, reduciendo la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta.

- Óxidos de nitrógeno (N_xO_y) El término óxidos de nitrógeno se aplica a varios compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno. El proceso de formación más habitual de estos compuestos inorgánicos es la combustión a altas temperaturas, proceso en el cual habitualmente el aire es el comburente.

- Ozono : El ozono atmosférico se encuentra en estado puro en diferentes concentraciones entre los 10 y los 40 km sobre el nivel del mar, siendo su concentración más alta alrededor de los 25 km (Ozonosfera), es decir en la estratosfera. Actúa en la atmósfera como depurador del aire y sobre todo como filtro de los rayos ultravioletas procedentes del Sol. Sin ese filtro la existencia de vida en la Tierra sería completamente imposible, de ahí la gran importancia de la llamada "Capa de Ozono". El ozono en su forma natural es un gas de color azul y de un olor picante muy característico. El ozono en altas concentraciones y por períodos prolongados tiene efectos perjudiciales para la salud.

-Clorofluorocarbonos (*artificiales*) El clorofluorocarburo, clorofluorocarbono o clorofluorocarbonados denominados también CFC, es cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro principalmente. Debido a su alta estabilidad fisicoquímica y su nula toxicidad, han sido muy usados como líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles. Se ha propuesto que el mecanismo a través del cual los CFC atacan la capa de ozono es una reacción fotoquímica: al incidir la luz sobre la molécula de CFC, se libera un átomo de cloro con un electrón libre, denominado radical cloro, muy reactivo y

con gran afinidad por el ozono, que rompe la molécula de este último. La teoría propuesta estima que un solo átomo de cloro destruiría hasta 30.000 moléculas de ozono.

- Metano (CH_4) El metano (es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH_4 . Es utilizado en procesos químicos industriales y puede ser transportado como líquido refrigerado, conocido también como gas natural licuado del petróleo para combustión o Lp.

Este último proveniente también del excremento humano y del estiércol de los animales al descomponerse y que se pueden aprovechar como combustible antes de ser liberados al medio ambiente con un impacto mínimo en la calidad del aire y un efecto no devastador en la capa de ozono lo cual contribuye a la disminución del calentamiento global.

Este gas lo encontramos en diferentes circunstancias como en la evaporación de los desechos humanos y animales al defecar, el cual se puede aprovechar y transformarlo en biogás para la utilización como combustible en las comunidades rurales, en los cuales el estiércol de los animales se desecha y que puede ser captado y transformado en gas Metano mediante la construcción de un biodigestor para generar biogás y en consecuencia la obtención de fuego y ser utilizado en las cocinas de los hogares para cocción de alimentos, como también para diferentes tipos de aprovechamiento en los cuales se utiliza el fuego como principal fuente de trabajo por ejemplo en la fundición de los metales como en otros muchos tipos de trabajo propios de las comunidades rurales y que generan un costo anual excesivo en la compra de gas butano embotellado.

Se propone construcción del biodigestor para la obtención del biogás a partir del estiércol de los animales, en este caso se propone la utilización del excremento del cerdo debido a que su alimentación es de los más variables y por lo tanto genera más vapor el cual se transforma en biogás y se emplea en producir fuego y al mismo tiempo las mujeres se auto emplean en la crianza de los cerdos

los cuales pueden comercializar en pie, canal o preparados en diferentes platillos, disminuyendo así el impacto ambiental que se ha dado hacía el planeta en los últimos años debido al uso excesivo de los gases provenientes de los combustibles fósiles y que son dañinos para el planeta.

Una vez descritos los motivos de esta obra y su forma de adjudicación podemos extraer del curso de “Procedimientos para Concursar y Ejecutar Obra Pública ” la “Planeación”, “Programación”, “Presupuestación” y “Ejecución” de la obra, para así contribuir con la disminución de las necesidades de las personas que viven en los diferentes sectores rurales y del campo en general, como también ayudamos a disminuir la tala inmoderada de los arboles como uso de combustibles, y en consecuencia el aprovechamiento del biogás, así como también la disminución del calentamiento global, el cual nos afecta directamente a toda la población mundial.

CAPÍTULO 2

PLANEACION

Se debe de planear correctamente la construcción del biodigestor para que este tenga el correcto funcionamiento y no sea en contrario una inversión perdida y sin beneficio alguno, por lo cual se debe de tomar en cuenta las opiniones de los beneficiarios para así contribuir a la realización del proyecto.

2.1. – ANTECEDENTES

Los ecosistemas y su biodiversidad son patrimonio de las generaciones actuales y futuras que los manejan, aprovechan y usufructúan de manera diferenciada y con frecuencia, en condiciones de desigualdad.

La degradación del medio ambiente aumenta la vulnerabilidad de las mujeres en situación de pobreza y lesiona su vida cotidiana. La pérdida y deterioro de los recursos naturales menoscaba los niveles y variedad productiva; agota la fertilidad del suelo, disminuye el abasto de agua, alimentos, medicinas naturales y combustible, lo que multiplica en tiempo y esfuerzo las jornadas de trabajo doméstico y productivo y obstaculiza la búsqueda de ingresos o de alternativas de desarrollo personal, familiar y comunitario.

El impulso de acciones afirmativas que contribuyan al rescate de su cultura y saberes tradicionales, abatir los rezagos de educación y formación, acceso a infraestructura, tecnologías y ecotecnias apropiadas y eficientes, que reduzcan sus cargas de trabajo y mejoren su calidad de vida.

Para la implementación del presente proyecto de la construcción del biodigestor se realiza con base a las necesidades específicas de los beneficiarios,

sobre el manejo de sus efluentes orgánicos, el proceso de transformación para su aprovechamiento y la implementación, por eso es importante considerar los siguientes criterios:

- Utilizar y aprovechar sus experiencias y conocimientos, ya que todos son expertos de su problemática y conocen las posibles soluciones.
- Establecer un grupo de aprendizaje entre ellos mismos respetando sus usos y costumbres para lograr un intercambio de experiencias y conocimiento entre ellos.
- Procesar y analizar las experiencias, y conocimientos por medio de módulos escuela e identificar las personas con el perfil para transmitir los conocimientos de beneficiario a beneficiario en caso de contar con personas con poca captación del lenguaje utilizado en el caso de comunidades indígenas que no son bilingües.
- La vivencia o experiencia del proceso permite generar la información individual en cada uno ya que cada situación es diferente respecto a sus sentimientos, pensamientos, comportamientos y formas de actuar en situaciones específicas; adicionalmente activa e integra los conocimientos existentes de la persona acerca de la problemática tratada.
- Compartiendo cada una de las experiencias en lo individual, permite conocer y confrontar los distintos casos vividos; ampliando de esta manera el propio horizonte con alternativas y nuevos caminos.

Al finalizar este proceso los beneficiarios serán capaces de comprender la tecnología de manejo de desechos orgánicos y sus formas de producción y aprovechamiento a través del uso del biodigestor de plástico tubular.

2.2.- JUSTIFICACIÓN.

¿Cómo afecta el cambio climático en las comunidades rurales?

El cambio climático afecta a nivel mundial y en las comunidades rurales se puede prevenir de diferentes formas para disminuir la emisión de gases o en su caso aprovecharlos antes de que estos sean liberados, la construcción de biodigestores es una de las formas de contribuir a este objetivo con lo cual se disminuye la tala de árboles para uso de combustión dentro de los hogares y en trabajos donde se utiliza el fuego como principal fuente.

A continuación se menciona un listado en las formas que afecta el cambio climático en las comunidades rurales.

- En la producción agrícola, al presentarse sequías y/o exceso de lluvia.
- La presencia de vientos inusuales.
- Exceso de temperaturas
- Presencia de heladas
- Incendios forestales
- Bajos rendimientos en la producción agrícola y ganadera.
- Bajos empleos en el campo.
- Baja el bienestar de la familia.

Existen muchas formas de prevenir el cambio climático como hacer del conocimiento de la gente los principios y valores universales para que tengan como principio el cuidar del planeta, participación en proyectos que benefician a la comunidad como la reforestación de los bosques, proyectos donde exista un manejo integral de los desechos orgánicos para su aprovechamiento, recuperación de cuerpos de agua y vegetación natural.

2.3.- MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS SEMISÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

Existen diferentes formas de manejo de los residuos así como existe una variedad inmensa de residuos los cuales son materiales orgánicos e inorgánicos que se desechan o ya no son útiles, al igual las formas de tratamiento son variados dependiendo de los residuos que se tengan. Los residuos orgánicos líquidos se pueden tratar de diferentes formas.

Los residuos domésticos son un tipo de material desechado por los hogares, y en su gran mayoría son residuos orgánicos. Pero tenemos que tener en cuenta que dependiendo del tipo de hogar, la situación socioeconómica los residuos pueden variar en volumen y en riesgo para la salud humana. En caso de los hogares en las comunidades rurales se desechan los residuos de los animales con los que cuentan las familias ya sean estos animales de trabajo o animales domésticos o para crianza.

Los tratamientos que se pueden aplicar a los residuos líquidos pueden ser los siguientes:

Lagunas de estabilización. Es un sistema sencillo de operar pero necesita un área importante y tiempos de retención prolongada. Puede generar olores y necesita procesos de tratamiento complementarios.

Reactores anaeróbicos de flujo ascendente. Es un sistema anaeróbico de alta tecnología que resiste cargas orgánicas altas y posee muy buena eficiencia de remoción con tiempos de retención bajos. Permite la generación de biogás que puede ser aprovechado. Su principal inconveniente es su alto costo y la exigencia en su arranque y funcionamiento.

Biodigestores. En la actualidad existen de diferentes clases para el aprovechamiento de los diferentes procesos ya sea el biogás como también el líquido descompuesto del excremento para la fertilización de plantas, en el sector porcícola en Colombia se ha trabajado con los de cúpula fija, los de cúpula móvil, así como con los de plástico de flujo continuo que se describen más ampliamente a continuación y que es con el que vamos a trabajar.



Imagen 2.1.- Biodigestor con corral de cerdo

2.4.- BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA.

Un biodigestor es, en términos generales, un compartimiento hermético en el cual se fermenta la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Como fruto de este proceso se obtiene un gas combustible que posee aproximadamente 66 % de metano y 33% de bióxido de carbono y el 1% restante de hidrógeno.

El material resultante de la biodigestión, o efluente, puede ser directamente usado como abono y como acondicionador de suelo, pues los nutrientes como el nitrógeno se tornan más disponibles, mientras los otros como el fósforo y el potasio no se ven afectados en su contenido y su disponibilidad.

Las principales ventajas de los biodigestores son:

- Generación de energía que puede ser empleada en la cocción de alimentos, calefacción de cerdos pequeños o reemplazo de combustible en el funcionamiento de motores o trabajos realizados con fuego propios de las comunidades rurales.
- Protección del ambiente por reducción de la carga contaminante de los residuos.
- Producción de un excelente abono, pues los nutrientes presentes en los residuos no se afectan.
- Los residuos de la producción porcina no necesitan tratamiento antes de su inclusión en el biodigestor.
- Su manejo es sencillo y no requiere mantenimiento sofisticado.
- El área necesaria para el procesamiento de la excreta es menor si se compara con los sistemas de tratamiento anaeróbicos.
- El costo es relativamente bajo para algunos materiales, y se pueden recuperar la inversión gracias a que se economiza en la compra de otras fuentes de energía como el gas embotellado y de abonos para las siembras.

- Los beneficiarios tiene un autoempleo que es el de criar los cerdos que con sus excretas alimentará el biodigestor.

2.5.- EL PROCESO DE BIODIGESTIÓN.

En general, se considera que la digestión anaeróbica se lleva a cabo en tres etapas que se resumen a continuación:

2.5.1.- HIDROLISIS.

Durante esta etapa los compuestos orgánicos complejos tales como grasas, proteínas, carbohidratos, celulosa, etc., son desdoblados gracias a la acción de enzimas extracelulares producidas por bacterias hidrolíticas.

Como fruto de esta acción enzimática se producen aminoácidos, azúcares simples y ácidos grasos de cadena larga. La velocidad de estas reacciones depende del tipo de material, la concentración bacteriana y factores ambientales como el pH y la temperatura.

2.5.2.- FORMACIÓN DE ACIDOS.

Los compuestos simples generados en el paso anterior son usados como sustrato por bacterias de ácido o acidogénicas en la segunda etapa del proceso. Como fruto de la actividad de estas bacterias se genera ácido acético, hidrógeno y bióxido de carbono. Igualmente se producen otros ácidos grasos volátiles tales como el propanoico y el láctico, fruto del metabolismo bacteriano de proteínas, grasas y carbohidratos.

2.5.3.- FORMACIÓN DE METANO.

En esta etapa se produce metano (CH_4) y otros productos finales gracias a la acción de bacterias metanogénicas que son anaerobias obligadas y que poseen tasas de crecimiento inferiores a las bacterias hidrolíticas y acidogénicas. Las bacterias metanogénicas utilizan ácido acético, metanol o dióxido de carbono e hidrógeno para producir gas metano, pero el ácido acético es el substrato más importante, responsable de la producción de aproximadamente del 70 % de este gas.

2.6.- PRODUCCIÓN DEL BIOGÁS.

El beneficio importante del tratamiento de las aguas residuales porcinas mediante biodigestores es la generación del biogás, un gas combustible que puede remplazar fuentes de energía convencionales como la leña principalmente y el gas butano embotellado. La composición del biogás varía de acuerdo con la composición de la carga empleada, la cantidad de materia orgánica, la temperatura y el tiempo de digestión.

El poder calorífico del biogás es de 4.500 a 6.300 kilocalorías (kcal) por metro cubico (m^3). Esto significa que cada metro cubico de biogás puede reemplazar 0.4 kilogramos (kg) de combustible diesel o usarse para cocinar tres comidas al día para cuatro personas.

La producción de biogás en biodigestores de flujo continuo oscila entre 0.3 y 0.7 metros cúbicos (m^3) por cada metro cubico (m^3) de biodigestor.

2.7.- PRODUCCIÓN DE ABONO.

Los nutrientes presentes en las excretas se encuentran usualmente ligados a formas orgánicas complejas tales como proteínas, carbohidratos y lípidos.

Mediante el proceso de biodigestión estos compuestos son desdoblados dejando los nutrientes en formas simples y fáciles de asimilar por las plantas.

En los biodigestores no se destruye ninguno de los nutrientes presentes en los desechos, pero estos se hacen más disponibles para las plantas gracias al proceso de biodigestión anaeróbica el nitrógeno pasa a formas más asimilables e incrementa su disponibilidad, mientras el fósforo y el potasio no se ven afectados.

Además de su valor para proveer nutrientes, el efluente ayuda a mejorar las propiedades físicas del suelo contribuyendo a recuperar áreas con suelos degradados.

2.8.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LOS BIODIGESTORES

2.8.1.- VENTAJAS

- El biodigestor de película plástica es fácil de construir a partir de materiales comunes y su operación no requiere destrezas especializadas.
- Los beneficiarios pueden hacer la instalación ellos mismos.
- La tecnología del biodigestor favorece la descentralización en el suministro de energía. Así las comunidades rurales con dificultades o sin acceso a los combustibles comerciales pueden producir biogás para suplir sus necesidades, fortaleciendo así la seguridad energética de las zonas rurales, reducen el trabajo de las mujeres en el hogar.

2.8.2.-DESVENTAJAS

- La inversión inicial puede ser demasiado elevada para las familias pobres de las zonas rurales, en caso de no contar con el apoyo del programa de gobierno.
- Por lo tanto, los biodigestores serían adquiridos únicamente por las personas con una economía mediana.
- La irradiación solar destruye físicamente el plástico del biodigestor.
- La presión del gas es baja (cerca de 2 cm de columna de agua), aunque este puede variar por la cantidad de biogás generado.
- Se disminuye la producción de biogás por un descenso en la temperatura del aire y en áreas con agua salada.

2.9.- CONSTRUCCIÓN DEL BIODIGESTOR.

Los biodigestores de plástico de flujo continuo, están contruidos con una bolsa de polietileno tubular calibre 1000 con protección contra rayos ultravioleta (uv). El plástico se usa doble para darle mayor resistencia y duración. Esta bolsa es instalada en una fosa cuyas dimensiones dependen del diámetro del plástico y del tamaño que se quiera dar al biodigestor. En cada extremo de la fosa un registro de ladrillo o cemento con un tubo al que se amarra el plástico. Para los biodigestores familiares el plástico de polietileno tubular es de 1.5 m de diámetro.

2.9.1.- TAMAÑO DEL BIODIGESTOR

En la determinación del volumen de biodigestión necesario influyen factores como la temperatura, el número de cerdos y el gasto de agua por cerdo.

2.9.1.1.-TEMPERATURA

Con base en la temperatura de la zona se define el tiempo de retención, que es el mismo que debe demorarse el material a tratar de atravesar todo el biodigestor. La importancia de la temperatura se debe a que la fermentación anaeróbica es llevada a cabo por organismos que crecen y actúan mejor a temperaturas altas. Por tanto, los biodigestores ubicados en piso térmico cálido temperatura ambiente mayor a 24°C (grados Celsius) necesitan menos tiempo de retención que los ubicados en piso térmico templado o frío. Esto hace que para tratar un volumen dado de residuos por día, se necesite menor tamaño de biodigestor en zona cálida que en zona templada o fría.

En la siguiente tabla se presentan los tiempos de retención (tr) recomendados para cada rango de temperatura.

Piso térmico-temperatura Ambiental promedio	Días de tiempo de retención
Cálido-más de 24 °c	10 a 15 días
Medio – 18 a 24 °c	15 a 20 días
Frio – menos de 18 °c	20 a 25 días

Tabla 2.1.- Rangos de temperatura/tiempos de retención.

2.9.1.2.-CANTIDAD DE EXCRETAS O AGUAS RESIDUALES

La cantidad de excretas o aguas residuales a tratar depende del número de animales, estado fisiológico de los mismos y cantidad de agua usada en el lavado de la instalación porcina. La existencia de sistemas de pre tratamiento de los residuos, tales como la separación de sólidos o los sedimentadores, también influye la cantidad y calidad del residuo.

La forma más precisa de calcular la cantidad de aguas residuales generadas en la explotación es midiendo su caudal por día en el punto de colección o vertimiento. Como esto no siempre es factible, entonces es necesario calcular la cantidad de excretas producidas con base en el número y tamaño de animales, y determinar la cantidad de agua usada en el lavado diario de las instalaciones.

2.9.2.- UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE LA FOSA

El biodigestor debe quedar ubicado cerca de las instalaciones donde se generan las aguas residuales en este caso cerca del corral del cerdo, a un nivel que permita que lleguen a él por gravedad. En la selección del sitio es importante, pero también, tener en consideración el uso que se va a dar el efluente, de tal forma que pueda ser conducido para fertilización de cultivos o pasturas o para hacer un tratamiento posterior de las aguas.

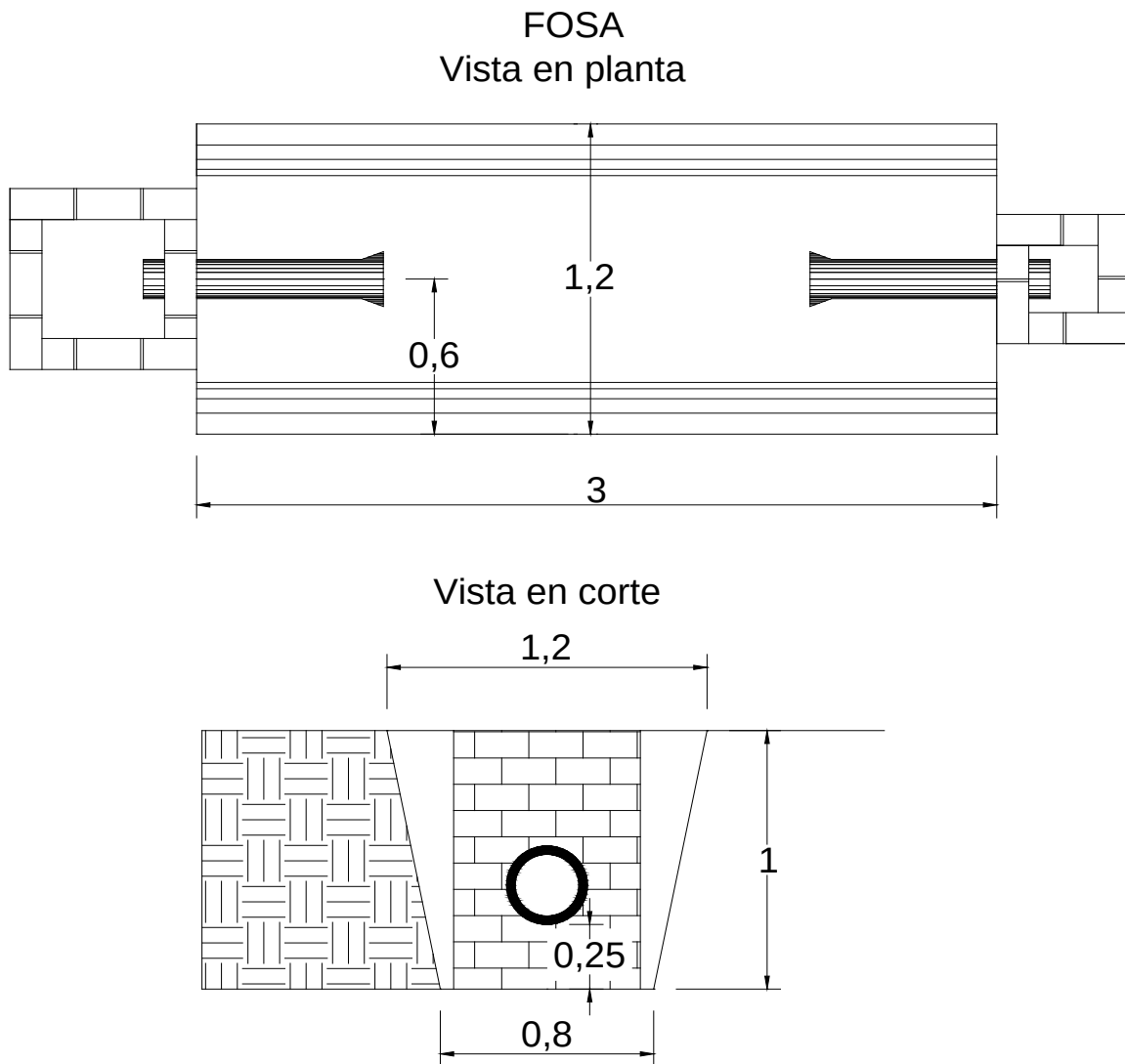
El sitio donde se ubique el biodigestor debe ser un terreno firme que no tenga peligro de derrumbamiento. En zonas de topografía quebrada la fosa debe ubicarse a través de la pendiente. El piso de la fosa no debe tener desnivel de extremo a extremo, aunque un desnivel del 0.5% es aceptable.

El ancho y la profundidad de la fosa dependen del diámetro de la bolsa plástica que se emplee en los biodigestores diseñados se usa una bolsa de 1.5 metros (m) de diámetro por una longitud de 3 m de fosa lo que tendrá una capacidad para 3 m³.

La fosa se construye con las paredes inclinadas a fin de disminuir el riesgo de derrumbamiento y antes de proceder a la instalación de la bolsa es necesario eliminar las piedras o raíces que sobresalgan en las paredes y que puedan romper la bolsa. También se puede emplear en caso de haber posibilidades económicas

pequeños muros de contención a base de tierra encostada o en su caso de material como el tabique o block asentado con mezcla.

La longitud de la fosa está dada por la capacidad necesaria del biodigestor, en estos biodigestores de 1.5 m de diámetro, de acuerdo con las dimensiones de la fosa se obtiene 1 m³ de volumen aproximadamente por cada metro lineal (ml) de fosa.



Plano 2.1.- Diseño de la fosa

2.9.3.- CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS.

En cada extremo de la fosa se debe hacer una excavación adicional para la instalación de las cajas de entrada y salida del material. La función de estas cajas es servir de sello de agua para generar las condiciones anaeróbicas y evitar el escape del biogás.

Generalmente se construyen de ladrillo y cemento, también pueden emplearse bloques de cemento o cemento armado.

2.9.3.1.- REGISTRO DE ENTRADA O DE CARGA

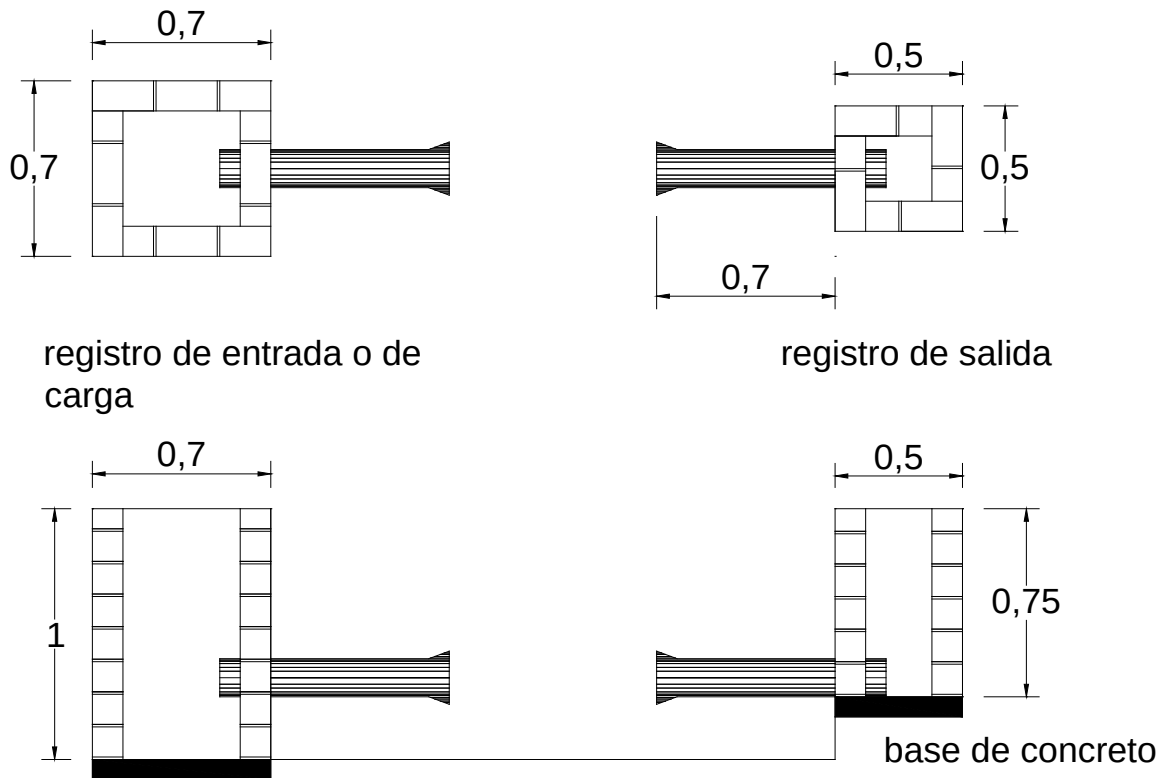
Para los biodigestores de tamaño familiar como son los de diseño de este proyecto las dimensiones son de 0.70 m de largo x 0.70 m de ancho y 1 m de profundidad.

En la cara de la caja que da hacia la fosa se instala, en el centro de la pared, el tubo de albañal o cemento de 6 pulgadas de diámetro con la campana hacia la fosa.

2.9.3.2.- REGISTRO DE SALIDA.

Las dimensiones de esta caja son de 0.5 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.75 m de profundidad. Al igual que en la caja de carga, se debe instalar el tubo en la cara que da hacia la fosa, pero en la parte interna de la caja el tubo queda sobre el piso pues el fondo de esta caja está más alto que el fondo de la fosa.

El borde superior de esta caja es el que rige el nivel del líquido dentro del biodigestor, los tubos deben quedar sobresaliendo 0.70 m hacia la fosa y totalmente a nivel entre ellos.



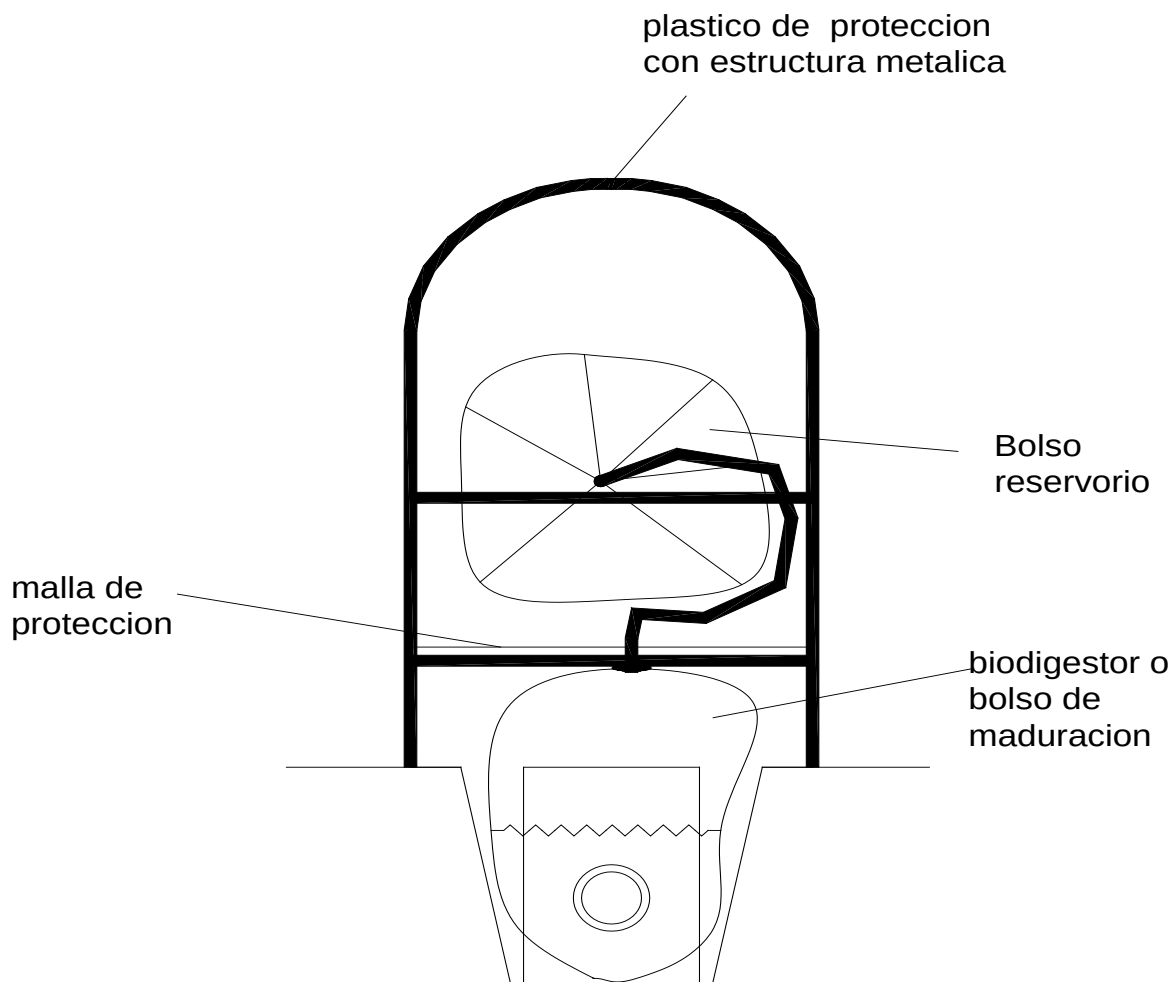
Plano 2.2.- Diseño de registros

2.9.4.- BOLSA RESERVORIO.

Debido a que la producción de gas en el biodigestor es constante, pero el consumo del biogás se hace solo durante unas pocas horas al día, es aconsejable el uso de una bolsa que almacene el gas cerca del sitio de consumo. Este implemento es particularmente importante cuando se usa el biogás para el funcionamiento de motores y/o en forma constante y continua.

La bolsa también es apropiada cuando el sitio de consumo está muy lejos del biodigestor, lo cual limita el flujo del biogás. Se puede construir usando el mismo tipo de plástico del biodigestor pero colocando la bolsa sencilla.

La instalación de esta bolsa se puede hacer en posición horizontal con la entrada de biogás por un extremo y la salida por el otro o haciendo una derivación en “T” como la de la válvula de seguridad. Sin embargo, la posición vertical es apropiada solo para reservorios con menos de tres metros de longitud. En este caso la conexión existe desde la fosa con el poliducto el cual sale para dirigirse hacia el reservorio, y para conexión del reservorio hacía el poliducto se hace mediante sujeción con cinta de lona, cinta canela o cinta de aislar y para mejorar la sujeción se le coloca con tiras hechas por cámaras de neumáticos de carros el cual sirve como cintas de presión en los extremos de la bolsa reservorio



Plano 2.3.- Diseño del bolso reservorio

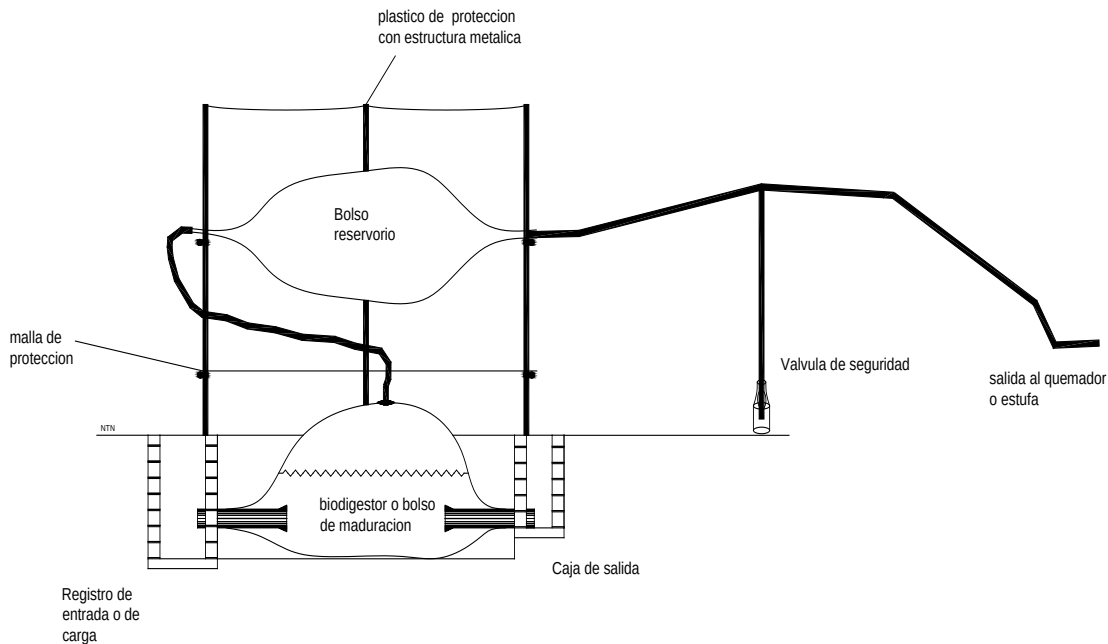
2.9.5.- CONDUCCIÓN DE BIOGÁS

La conducción del biogás hacia el sitio de consumo puede hacerse con manguera de polietileno para agua de 1 pulgada de diámetro. La manguera de conducción o poliducto hacia el sitio de utilización no debe ser enterrada para evitar la condensación interna de la humedad. Además, se debe evitar las ondulaciones, pues en estos sitios se puede acumular agua que impide el paso del biogás.

2.9.6.-VÁLVULA DE SEGURIDAD.

Con el mismo poliducto se coloca una “T” de p.v.c. en un extremo de esta se acopla la manguera que viene del biodigestor y en el otro lado se continua con la línea de conducción que va hacia el quemador, esta válvula debe ir cerca del biodigestor en la conducción del biogás que sale de éste, su función es formar un sello de agua que permita la salida del biogás en condiciones normales, pero a su vez deje escapar el exceso de presión evitando la ruptura del plástico o la bolsa.

En el extremo de la “T” que va hacia abajo se coloca un tramo de poliducto el cual se introduce en un envase plástico de refresco (envase pet) de tamaño grande (2-3 lt), se introduce 10 cm sobre el nivel de agua dentro del envase en el cual debe de ir un orificio para que se escape el exceso de agua que por condensación del gas se acumula.



Plano 2.4.- Diseño general

2.10.- MANEJO, MANTENIMIENTO Y CUIDADO DEL BIODIGESTOR

Tal y como se ha mencionado previamente, el manejo y mantenimiento del biodigestor plástico es muy sencillo. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que por la naturaleza del material, es necesario darle unos cuidados para lograr una mayor duración y evitar accidentes que causen daño a la bolsa.

2.10.1.- CARGA DIARIA

Si el biodigestor ha sido diseñado con base en la cantidad de aguas residuales generadas en la explotación del porcino, su carga se puede hacer por conexión directa de la tubería que conduce el agua residual a la caja de entrada.

Es importante evitar cargar el biodigestor si se hace alguna desinfección del corral del cerdo con sustancias que puedan afectar los organismos encargados de efectuar el proceso dentro del biodigestor. Además si en la explotación no se hace separación de aguas pluviales y estas se conducen por la misma tubería que se conducen las aguas de lavado, entonces es necesario colocar una desviación que impida que el exceso de lluvias vaya a parar al biodigestor, pues diluiría el material y afectaría el proceso de biodigestión.

Si por algún motivo el biodigestor no puede ser cargado directamente con las aguas residuales, se puede hacer su carga manual mediante el uso de estiércol y agua en proporción 1:3 o 1:4. Cabe mencionar que el biodigestor puede ser cargado parcialmente con aguas provenientes de inodoros y letrinas.

2.11.- PROTECCIÓN DEL BIODIGESTOR.

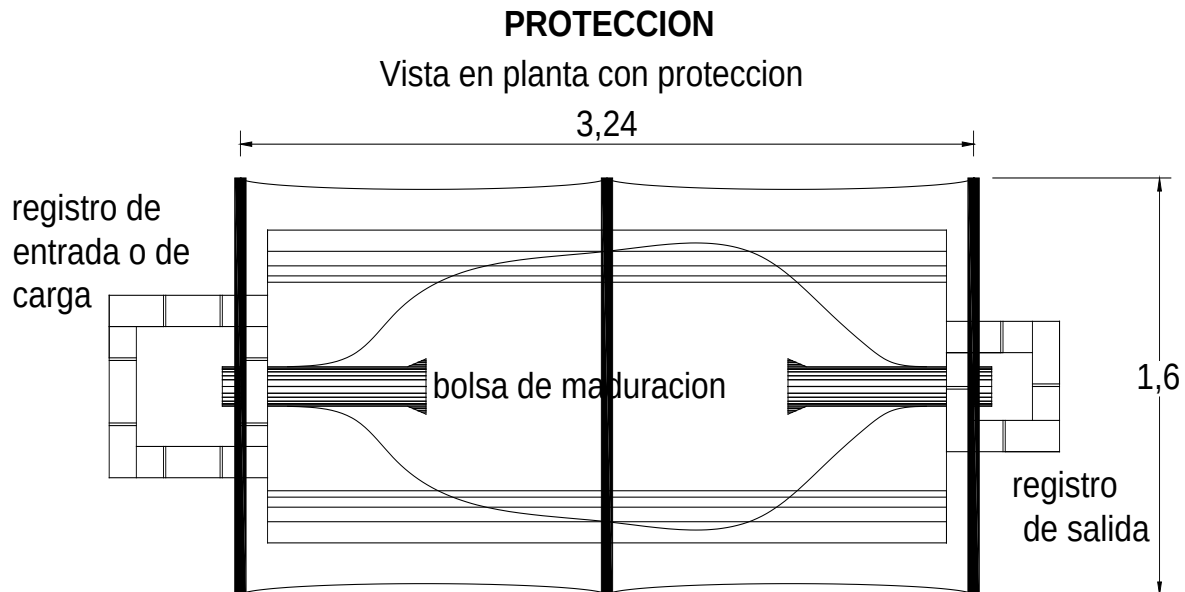
El biodigestor debe ser protegido mediante una cerca que impida el ingreso de toda clase de animales y su caída accidental sobre la bolsa, lo que causaría su rompimiento. Esta cerca es igualmente útil para evitar la caída de personas, especialmente niños, en las cajas de entrada o salida del biodigestor por lo cual se recomienda taparlos con alguna forma que cubra toda la entrada y salida del líquido.

Adicionalmente, es importante colocar un techo con el fin de prolongar la vida útil del plástico al disminuir el ingreso de los rayos solares. Además, este techo protege el plástico de la caída de objetos o ramas que puedan romperlo.

En zonas pendientes es aconsejable hacer unas zanjas alrededor de la fosa con el fin de evitar que esta se llene con aguas de escorrentía.

Se debe impedir la entrada al biodigestor de materiales como arena, cemento, piedra, trozos de madera, hojas o tallos y estiércol muy fibroso, pues

estos materiales se pueden sedimentar en el fondo del biodigestor y formar una capa superficial o nata que puede disminuir el espacio útil y la eficiencia del proceso.



Plano 2.4.- Diseño de protección

2.12.- LABORES DE MANTENIMIENTO

Actividades rutinarias para el manejo y cuidado de los biodigestores. A continuación se presenta un listado de las actividades que deben realizarse en forma rutinaria con el fin de garantizar un funcionamiento eficiente y una duración prolongada de los biodigestores plásticos.

2.12.1.- LABORES DIARIAS.

- Cargar el biodigestor con la cantidad adecuada de aguas residuales.

- Retirar los materiales extraños (piedras, palos, pedazos de madera, metal o plástico, material vegetal fibroso) presentes tanto en los canales de conducción como en las cajas de entrada.
- Revisar y suspender cualquier entrada excesiva de agua al biodigestor.
- Mantener cerradas las puertas o cualquier acceso que permita la entrada de animales o personas a las cercanías del biodigestor y revisar que el cerco o malla que lo rodea se encuentre en buen estado.
- Revisar si hay fugas de biogás en la conducción
- Eliminar cualquier acumulación de agua de lluvia sobre la lámina plástica para evitar que los rayos del sol quemen la bolsa.

2.12.2.- LABORES SEMANALES.

- Retirar el material flotante que se acumule en las cajas de entrada y de salida, especialmente en la primera.
- Revisar el nivel de agua en la válvula de seguridad y corregirla para que se mantenga en una columna de 10 centímetros por encima del extremo del tubo.
- Revisar las posibles acumulaciones de agua en las partes más bajas de la conducción del biogás.
- Revisar que no haya fugas en la bolsa acumuladora o reservorio de biogás.

2.12.3.- LABORES MENSUALES.

- Revisar el estado del techo y la cerca protectora del biodigestor y corregir o reparar cualquier irregularidad.
- Hacer desmalezamiento manual en los alrededores del biodigestor. No usar para la limpieza machetes, palas o guadañadoras en las cercanías de la bolsa plástica.
- Revisar la posible formación de una capa flotante dentro del biodigestor y hacer un masaje suave a mano sobre la bolsa si la capa se ha formado, cuidando de no causar daño al plástico.
- Revisar el estado del plástico del biodigestor y del reservorio a fin de detectar rupturas y corregirlas.
- Retirar objetos extraños o acumulación de agua que existan sobre el plástico del biodigestor.
- Retirar ramas, hojas u otros objetos que se acumulen sobre el techo, y en caso de que este sea de plástico, eliminar cualquier acumulación de agua sobre el mismo.
- Revisa la conducción para detectar posibles fugas en las uniones de las mangueras, en especial junto a la válvula de seguridad o cualquier derivación que se halla hecho de la conducción principal.

2.13.- UTILIZACIÓN EFICIENTE DEL BIOGÁS.

Como se ha mencionado previamente, además de la reducción efectiva de la contaminación de las aguas, la disminución de emisión directa de gases y la generación del efluente para abono, un beneficio muy importante del uso de los biodigestores lo representa la producción de biogás.

Es conveniente entonces aprovechar de manera eficiente este combustible para contribuir al reemplazo de fuentes energéticas costosas y con estos mejorar la viabilidad económica de la explotación en general.

Los usos más comunes dados al biogás en nuestro país es la cocción de alimentos, sin embargo en los últimos años ha cobrado importancia el uso del biogás en el reemplazo de combustible de motores de combustión interna que, en la mayoría de los casos, se utiliza para la generación de electricidad.

2.14.- INSTALACIÓN DE ESTUFAS Y QUEMADORES.

La construcción de estufas ecológicas y quemadores para el biogás se puede hacer de manera sencilla y con materiales muy disponibles. Su manejo es igualmente sencillo y por la baja presión que maneja no existe el peligro de que ocurran explosiones.

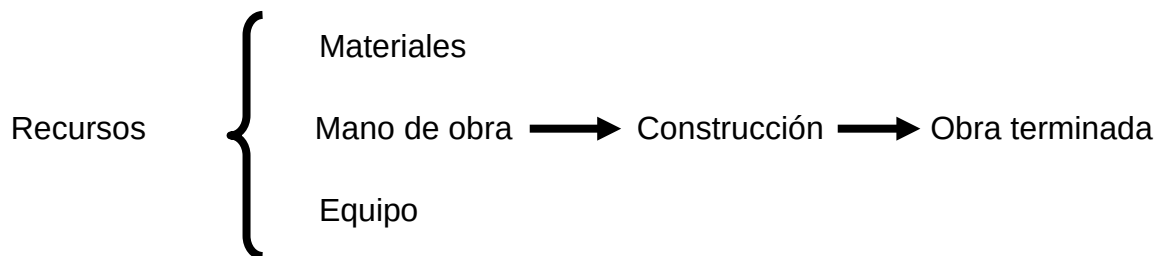
CAPÍTULO 3

PROGRAMACIÓN

Para realizar un programa de obra es necesario revisar los planos y especificaciones así como los conceptos a ejecutar y así elaborar mediante un esquema un plan tentativo, realizando un método de trabajo con los principales puntos definiendo así un programa de trabajo, en la programación de la obra se tomarán en cuenta los factores que afectan su alcance, con esto se podrá tomar la fecha más ventajosa de realización de un proyecto y así poder estimar los tiempos y recursos necesarios.

Dentro del curso se manejó la forma más eficiente de programar las obras a ejecutarse para así hacer eficientes los tiempos y recursos disponibles como son los materiales, la mano de obra, la maquinaria y el equipo que se pudieran utilizar para que la obra se tenga en el menor tiempo posible y de la mejor manera, ya que el éxito de la obra consiste en la combinación de los recursos de forma adecuada.

Se puede considerar el proceso constructivo como un sistema, representado básicamente como sigue:



Esquema 3.1.- Sistema de proceso constructivo

En la construcción de los biodigestores, la dependencia por medio de los lineamientos indica claramente que los trabajos deberán de ejecutarse en un periodo de tres meses por lo que se debe de programar la obra para terminar todos los biodigestores solicitados a tiempo.

Dentro de la programación se consideran tres pasos esenciales que son la definición del procedimiento constructivo, listado de actividades y la programación de actividades y que a continuación se describen y se realiza cada una.

3.1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En toda actividad a realizar se requieren conocimientos precisos y claros de lo que se va a ejecutar, su finalidad, viabilidad, elementos disponibles, capacidad técnica, etc.

El procedimiento constructivo consiste en realizar los trabajos, utilizando los recursos disponibles con el fin de obtener un producto terminado.

Para lograr la satisfacción en la obra es necesario obtener un buen producto terminado en cuanto a la máxima calidad, mínimo tiempo y costo más económico, con los recursos disponibles

3.1.1.-PRELIMINARES:

Esta partida se compone de cuatro conceptos para su realización, destinándose dos días para terminarla, describiéndose de la siguiente manera: para el concepto de desyerbe se tendrá que limpiar el área de trabajo el cual comprende un área de 20 m² y será realizado con pico, pala y azadón. En el concepto de trazo y marcado de niveles se realiza con herramienta menor el cual puede ser con flexometro y nivel de manguera o niveleta. En la excavación se tendrá que realizar manualmente con pico y pala con una profundidad de 1 m a

partir del nivel natural del suelo ya desyerbado. Una vez excavado se tendrá que hacer el afine de talud para que al momento de desplantar los registros no se tenga problema con los taludes y el piso de la zanja.

3.1.2.- CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS DE ENTRADA Y SALIDA

Como lo indican los planos se construirán los registros de entrada y salida a cada lado de la zanja excavada, estos tienen las dimensiones según el diseño de 0.7x0.7 m el de entrada con una profundidad de 1 m a partir del terreno natural y el de salida de 0.50x0.50m con una profundidad de 0.75 m a partir del nivel del terreno natural, ambos llevarán piso de concreto de 0.08 m de espesor en los lados libres de los registros se colocarán unos tramos de tubo de concreto estos pueden ser de 8" de diámetro o de 10" de diámetro que servirán como conductos de entrada y salida para la bolsa de maduración o biodigestor. Los tubos de concreto deberán estar a nivel uno del otro para evitar el lento flujo de la mezcla de excremento con agua. Los muros de los registros deben de llevar recubrimiento para evitar fugas en fisuras o asentamientos con terminado pulido para este concepto se destinan dos días dejando que endurezca el piso, los muros, la mezcla del recubrimiento y el pulido.

3.1.3.- FABRICACIÓN, COLOCACIÓN DE BIODIGESTOR Y AMARRE

El biodigestor o bolsa de maduración se fabricara a base de polietileno calibre 1000 tratado contra rayos ultravioleta y se elabora por separado o fuera del lugar de la obra, este puede ser en un espacio adecuado y libre de elementos que puedan dañar el polietileno el cual se corta del rollo de polietileno y se le coloca el adaptador de pvc el cual sirve para la salida del biogás del biodigestor y que circula mediante el poliducto para llegar al reservorio, este se coloca al centro de la bolsa. Para realizar esta actividad se destina 1 día debido a que se deja secar el adaptador porque se adhiere con silicón.

3.1.4.- CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA

Para este concepto se destinan 2 días en la realización de esta actividad ya que una vez suministrado el material que es tubo para mofle o tubo moflero de 1 y $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro se procede a doblarlos en forma arqueada para construir la estructura que es parecido a un pequeño invernadero el cual está formado por 3 tubos de 6 m de longitud separados equitativamente, uno en cada extremo y otro al centro. Los tubos serán enterrados 25 centímetros y reforzados con concreto en los desplantes. Llevará también a cada lado dos tubos horizontales en los arcos de las orillas.

3.1.5.- COLOCACIÓN DE TELA-MALLA

Se colocará malla de tipo mosquitero en el primer tubo horizontal el cual sirve para protección del biodigestor o bolsa de maduración de algún accidente que pudiera ser ocasionado por algún animal doméstico y también para ayudar a sostener el segundo bolso que es el reservorio. Para esta etapa se considera un tiempo mínimo y se colocará a la par con el polietileno de protección.

3.1.6.- COLOCACIÓN DE POLIETILENO EN ESTRUCTURA TIPO INVERNADERO

En la estructura metálica conformada de tubo moflero se colocará el hule de polietileno para protección del todo el conjunto, el cual consta del biodigestor y del bolso reservorio, la forma que tendrá será a la de un pequeño invernadero, para este proceso se destinan 2 días, quedando pendiente los lados donde se encuentran los registros de entrada y de salida.

3.1.7.- FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL BOLSO RESERVORIO

La fabricación del bolso reservorio se realiza directamente en el lugar de la obra cortando el polietileno tubular en una longitud total de 4.80 ml, colocando un tramo del poliducto de salida del lado que se destine para el quemador con llave de paso de pvc de 1" y en el otro extremo se sujeta el poliducto que viene del biodigestor o bolsa de maduración para que el gas circule del biodigestor hacia el bolso reservorio. Hecho esto también se procede a colocar la protección en los laterales con el polietileno. Para la construcción del bolso reservorio se destina 1 día para la ejecución de esta etapa.

3.1.8.- COLOCACIÓN DE MALLA DE GALLINERO PARA PROTECCIÓN

Alrededor de la estructura se coloca la malla para gallinero, éste sirve para la protección de los distintos animales domésticos que tienen las familias y de los distintos animales más comunes que habitan en los medios rurales como son las ardillas, los mapaches, ratas, conejos, o algún otro animal que pueda rasgar el polietileno y romperlo, la malla de gallinero es de una altura de 1.10 m y va enterrado alrededor de 40 cm para evitar los roedores subterráneos. Para este procedimiento se destina 1 día por el tipo de suelo que se tiene que excavar.

3.1.9.- COLOCACIÓN DE VÁLVULA DE SEGURIDAD

Una vez terminado el invernadero se procede a fabricar la válvula en el extremo donde quedo la salida del biogás hacia el quemador colocando una "T" de pvc con una salida hacia abajo para que la válvula de seguridad sirva para que el exceso del gas pueda escapar paulatinamente, además de que el gas es condensado y puede ser retirado por la válvula, el cual está construido por una botella de plástico de 2 litros.

3.1.10.- COLOCACIÓN DE POLIDUCTO DE SALIDA PARA EL QUEMADOR

Después de la colocación de la “T” en el extremo horizontal que queda libre se coloca el poliducto que envía el gas hacía el quemador, este poliducto no debe de exceder los 20 ml y se coloca al mismo tiempo que la válvula y el quemador.

3.1.11.- COLOCACIÓN DE QUEMADOR

El quemador se coloca al final de todo el proceso este puede quedar libre o en algún lugar fijo donde se cocine o donde se valla a utilizar. Para los últimos tres procesos que son la colocación de la válvula, colocación del poliducto de salida hacia el quemador y la colocación del quemador se destina 1 día.

3.2.- LISTADO DE ACTIVIDADES

El programa de obra, tiene como objetivo determinar los tiempos de realización de las distintas actividades que comprenden el proyecto y la coordinación de las mismas, a fin de poder calcular la duración total, para efectuar este procedimiento debemos desglosar adecuadamente las actividades que intervendrán en el proyecto y la secuencia general de trabajo, las actividades se relacionan entre sí, dentro de una secuencia lógica.

El programa de obra para este proyecto se realizó considerando las diferentes partidas que se mencionan en el procedimiento constructivo para poder llegar a la realización de la obra, a continuación se describen en la tabla cada una de las partidas comprendidas tomando en cuenta los días destinados a cada concepto.

	ACTIVIDAD	DURACIÓN (días naturales)	PRECEDENCIA
A	Preliminares	2 d.n.	-----
B	Construcción de registros de entrada y salida	2 d.n.	A
C	Fabricación, colocación de biodigestor y amarre	1 d.n.	B
D	Construcción de estructura metálica	2 d.n.	C
E	Colocación de tela-malla		D
F	Colocación de polietileno en estructura tipo invernadero	2 d.n.	E,D
G	Fabricación y colocación del bolso reservorio	1 d.n.	E
H	Colocación de malla de gallinero para protección	1 d.n.	F,G
I	Colocación de válvula de seguridad		F
J	Colocación de poliducto de salida para el quemador		I
K	Colocación de quemador	1 d.n.	J

Tabla 3.1.- Listado de actividades

3.3.- PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES.

Se identificarán todas las actividades a ejecutar asociadas con el procedimiento constructivo y sus interrelaciones, así como la duración en tiempo y precedencia de cada una de ellas.

La finalidad de programar una obra es la de mostrar los tiempos en los que se deban de iniciar y terminar las secuencias de actividades consideradas, mediante programa de barras, se determinan las actividades principales, su duración y representarlas a cierta escala de manera que a cada actividad le corresponda un renglón de la lista, según el orden de ejecución de las actividades, situándose la barra representativa de cada actividad a lo largo de una escala de tiempos efectivos (horas, jornales, semanas, etc.). En este caso se considera en días.

Una vez que tenemos el programa de la obra y sabemos el tiempo que se tomarán en terminar un biodigestor podemos determinar el tiempo en que terminaremos todos los biodigestores que se solicitan.

	ACTIVIDAD	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9		DURACION	PRECEDENCIA
A	Preliminares											2 d.n.	-----
B	Construcción de registros de entrada y salida											2 d.n.	A
C	Fabricación, colocación de biodigestor y amarre											1 d.n.	B
D	Construcción de estructura metálica											2 d.n.	B
E	Colocación de tela-malla												D
F	Colocación de polietileno en estructura tipo invernadero											2 d.n.	E,D
G	Fabricación y colocación de reservorio											1 d.n.	E
H	Colocación de malla de gallinero para protección											1 d.n.	F,G
I	Colocación de válvula de seguridad												F
J	Colocación de poliducto de salida para el quemador												I
K	Colocación de quemador											1 d.n.	J

Tabla 3.2.- Programa de actividades

CAPÍTULO 4

PRESUPUESTACIÓN

La licitación o concurso de obra pública es un procedimiento de selección que sobre la base de previa justificación de idoneidad técnica y financiera, establece que persona o empresa ofrece un precio o un costo más conveniente.

El costo es un valor que representa un monto total de lo invertido (tiempo, dinero y esfuerzo) para comprar o producir un bien o un servicio.

En este caso la dependencia otorga por medio de los lineamientos una cantidad específica de subsidios a grupos organizados de mujeres o mixtos representados por un 80% de mujeres y 20% de hombres mayores de 18 años, que cumplen con los criterios de elegibilidad de los presentes lineamientos y que reciben de manera directa subsidios para la ejecución de proyectos de manejo sustentable, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y la adaptación y mitigación al cambio climático.

Dentro de los lineamientos del programa en el apartado 9 Categorías de Proyectos de Grupo de Mujeres, especifica que los subsidios se otorgarán a las propuestas que aborden los siguientes temas;

9.1 Adaptación:

- A) Manejo integral del agua
- B) Conservación y restauración de suelos
- C) Fortalecimiento a procesos organizativos y de gestión

- D) Gestión integral de riesgos de desastres en zonas de alta vulnerabilidad ambiental.

9.2 Mitigación

- A) Consumo eficiente de energía

- B) Tratamiento de residuos.

4.1.- A) CONSUMO EFICIENTE DE ENERGÍA

Horno solar, generador eléctrico con bicicleta, bomba de mecate, compostas, lombricultura, estufa ahorradora de leña, estufa solar, **biodigestores** y energía eólica.

El proyecto de los biodigestores se encuentra en el apartado 9.2 Mitigación y dentro del inciso A) Consumo eficiente de energía y que también atiende la producción de compostas, ya que, genera como resultado final el biofertilizante producto de la descomposición del excremento de cerdo.

4.2.- SOBRE EL MONTO DE SUBSIDIO O APOYOS ECONÓMICOS

Los apoyos se destinarán a proyectos de formación y/o inversión de acuerdo a los siguientes montos:

BENEFICIARIOS (AS)	INVERSIÓN	FORMACIÓN	TOTAL
Grupo de mujeres	Hasta \$ 78,000.00	Hasta \$22,000.00	Hasta \$110,000.00
Organizaciones de la sociedad civil	Hasta \$300,000.00		Hasta \$300,000.00

Tabla 4.1.- Montos de los subsidios

Teniendo el monto máximo con el que se apoya para la construcción de los biodigestores se procede a obtener el costo de los materiales para la construcción de un biodigestor tomando mucho en cuenta que no se apoya para mano de obra ya que los beneficiarios construirán su propio biodigestor y para lo cual se cuenta con un monto máximo para la construcción de los biodigestores, la cantidad de personas beneficiadas dependerá del costo del biodigestor para que sea la mayor cantidad posible de personas que se beneficien con el subsidio.

Para esto procedemos a calcular el presupuesto o costo del biodigestor y desglosamos los materiales necesarios para construir un biodigestor, por lo regular los materiales se encuentran en las ferreterías porque son materiales comunes y en el caso de polietileno se encuentra en las ciudades o comunidades en donde se manejan materiales para invernaderos y hoyas de captación pluvial.

Una vez sabiendo el costo del biodigestor podemos determinar el número de biodigestores que se pueden construir y determinar también el número de beneficiarios que en realidad se benefician por familias, en este caso se puede decir que se construirán un total de 11 biodigestores que da como resultado a 11 beneficiarios y sus familias.

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Preliminares: desyerbe del área de trabajo a pico, pala y azadón, trazo con herramienta menor, excavación y afine de talud (al no considerarse mano de obra solo se tomaran en cuenta la adquisición de la herramienta menor)	LOTE	1	\$572.00	\$572.00
	Construcción de registros de entrada con dimensiones de 0.7 x 0.7 m y 1 m de profundidad y el de salida de 0.5 x 0.5 m y 0.75 m de profundidad a base de tabicón de concreto asentado con mezcla mortero- arena 1-.5, ambos llevaran piso en su interior de concreto de 8 centímetros (cm) de espesor y tubos de concreto de 10" de diámetro como lo indica el diseño.	PZA	1	\$879.88	\$937.88
	Fabricación de biodigestor a base de polietileno tubular de 1.5 m de ancho calibre 1000 color verde de 5.5 m con salida al centro mediante dos coplees macho y hembra de pvc adaptados y con salida de poliducto de 1" de 6 ml , colocación de biodigestor y amarre con liga plástica o cámara de neumático cortado en tiras de 8 cm de ancho	PZA	1	\$807.00	\$869.00
	Construcción de estructura metálica tipo invernadero pequeño a base de tubo moñero de 1 1/4 " de diámetro arqueados y desplantados con concreto a 25 cm de profundidad, y con amarre en cruces con tubos horizontales a base de alambre recocido según indica el diseño.	PZA	1	\$1,140.85	\$1,140.85
	Colocación de tela malla tipo mosquitero de 1 m de ancho para protección del biodigestor amarrado a los tubos horizontales con altura de 50 cm en los extremos transversales con alambre recocido.	PZA	1	\$86.00	\$126.00
	Colocación de polietileno en estructura tipo invernadero para protección del biodigestor en conjunto quedando totalmente cubierto, sujeto con alambre recocido y poliducto en los extremos para evitar rompimiento y el dobles sea mejor al momento del estiramiento.	PZA	1	\$874.00	\$874.00
	Fabricación y colocación del bolso reservorio con polietileno tubular de 1.5 m de diámetro y 4.8 m de longitud sujeto en un extremo con el poliducto que viene del biodigestor y del otro extremo con el poliducto con salida hacia el quemador de 1.5 m y con llave de paso de pvc de 1" , amarrado con tiras de cámara de neumático en cada extremo para evitar fugas.	PZA	1	\$648.00	\$648.00
	Colocación de malla tipo gallinero de 1.10 de altura para protección del biodigestor alrededor de la estructura enterrado a una profundidad de 40 cm para evitar la entrada de roedores subterráneos y animales domésticos.	PZA	1	\$173.00	\$173.00
	Colocación de válvula de seguridad para el exceso de gas condensado sea liberado construido por una "t" de pvc de 1" , en el extremo del poliducto de 1.8 m se coloca una botella de pet con un orificio en la parte lateral superior	PZA	1	\$39.60	\$39.60
	Colocación de poliducto de salida , a partir de la "t" de la válvula de seguridad hacia el quemador con poliducto de 1" y con una longitud no mayor de 20 ml, para evitar deficiencias debido al exceso de longitud del poliducto.	PZA	1	\$246.00	\$246.00
	Colocación del quemador de 6" de diámetro ensamblado en el extremo libre del poliducto sujeto con abrazadera de metal galvanizado para 1"	PZA	1	\$326.00	\$326.00
SUBTOTAL=					\$5,952.33
I.V.A.					\$952.37
TOTAL					\$6,904.70

Tabla 4.2.- Presupuesto de biodigestor

4.3.-ANÁLISIS DETALLADO DE LOS PRECIOS UNITARIOS DE LOS MATERIALES

Descripción del Concepto: Preliminares: desyerbe del área de trabajo a pico, pala y azadón, trazo con herramienta menor, excavación y afine de talud (al no considerarse mano de obra solo se tomaran en cuenta la adquisición de la herramienta menor).	Unidad:	M2
	Cantidad:	20.00
	P. Unitario:	\$572.00
	Total:	\$572.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
MAQUINARIA Y EQUIPO					
	Pala de piqueta	PZA	1.0000	\$90.00	\$90.00
	Pico	PZA	1.0000	\$110.00	\$110.00
	Fluxómetro	PZA	1.0000	\$60.00	\$60.00
	Hilo	PZA	1.0000	\$12.00	\$12.00
	Manguera de nivel	ML	5.0000	\$10.00	\$50.00
	Estacas	PZA	4.0000	\$40.00	\$160.00
	Pala de cucharón	PZA	1.0000	\$90.00	\$90.00
				SUMA:	\$572.00

Tabla 4.3.- Análisis de herramientas

Descripción del Concepto: Construcción de registros de entrada con dimensiones de 0.7 x 0.7 m y 1 m de profundidad y el de salida de 0.5 x 0.5 m y 0.75 m de profundidad a base de tabicón de concreto asentado con mezcla mortero- arena 1-.5, ambos llevaran piso en su interior de concreto de 8 cm de espesor y tubos de concreto de 10" de diámetro como lo indica el diseño.	Unidad:	pza
	Cantidad:	1.00
	P. Unitario:	\$937.88
	Total:	\$937.88

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
MATERIALES					
	Concreto hecho en obra f'c=200 kg/cm2	M3	0.0592	\$1,358.65	\$80.43
	Tubo de concreto de 10 " de diámetro	Pza.	2.0000	\$145.00	\$290.00
	Tabicón de concreto	Pza.	140.0000	\$3.70	\$518.00
	Mezcla de cemento-arena 1:5 para asentar y aplanar	M3	988.9400	\$0.05	\$49.45
				SUMA:	\$937.88

Tabla 4.4.- Análisis de registros

Descripción del Concepto: Fabricación de biodigestor a base de polietileno tubular tratado contra rayos "uv" de 1.5 m de ancho calibre 1000 color verde de 5.5 m con salida al centro mediante dos coplees macho y hembra de pvc adaptados y con salida de poliducto de 1" de 6 ml, colocación de biodigestor y amarre con liga plástica o cámara de neumático cortado en tiras de 8 cm de ancho.	Unidad: Pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$869.00
	Total: \$869.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
MATERIALES					
	Polietileno calibre 1000 de 1.5 m de diámetro	ml	5.5000	\$110.00	\$605.00
	Adaptador de pvc macho-hembra de 1"	pza.	2.0000	\$17.00	\$34.00
	Silicón de pvc de 300 gr	pza.	1.0000	\$38.00	\$38.00
	Liga o cámara de neumático	pza.	2.0000	\$45.00	\$90.00
	Sándwich de material de pvc y cámara de llanta	pza.	1.0000	\$30.00	\$30.00
	Poliducto negro de 1"	ml	6.0000	\$12.00	\$72.00
				SUMA:	\$869.00

Tabla 4.5.- Análisis de biodigestor

Descripción del Concepto: Construcción de estructura metálica tipo invernadero pequeño a base de tubo moflero de 1 1/4 " de diámetro arqueados y desplantados con concreto a 25 cm de profundidad, y con amarre en cruces con tubos horizontales a base de alambre recocido según indica el diseño.	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$1,140.85
	Total: \$1,140.85

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
MATERIALES					
	Tubo moflero de 1 1/4 "	ml	26.0000	\$35.00	\$910.00
	Alambre recocido	kg	3.0000	\$26.00	\$78.00
	Concreto hecho en obra f'c=200 kg/cm2	M3	0.1125	\$1,358.65	\$152.85
				SUMA:	\$1,140.85

Tabla 4.6.- Análisis de estructura metálica

Descripción del Concepto: Colocación de tela malla tipo mosquitero de 1 m de ancho para protección del biodigestor amarrado a los tubos horizontales con altura de 50 cm en los extremos transversales con alambre recocado.	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$126.00
	Total: \$126.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	Tela-malla tipo mosquitero de 1m de ancho	M2	4.0000	\$25.00	\$100.00
	Alambre recocado	kg	1.0000	\$26.00	\$26.00
				SUMA:	\$126.00

Tabla 4.7.- Análisis de malla mosquitero

Descripción del Concepto: Colocación de polietileno en estructura tipo invernadero para protección del biodigestor en conjunto quedando totalmente cubierto, sujeto con alambre recocado y poliducto en los extremos para evitar rompimiento y el dobles sea mejor al momento del estiramiento.	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$874.00
	Total: \$874.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	Polietileno calibre 1000 extendido	M2	22.0000	\$35.00	\$770.00
	Alambre recocado	kg	4.0000	\$26.00	\$104.00
				SUMA:	\$874.00

Tabla 4.8.- Análisis de colocación de polietileno

Descripción del Concepto: Fabricación y colocación del bolso reservorio con polietileno tubular de 1.5 m de diámetro y 4.8 m de longitud sujeto en un extremo con el poliducto que viene del biodigestor y del otro extremo con el poliducto con salida hacia el quemador de 1.5 m y con llave de paso de pvc de 1", amarrado con tiras de cámara de neumático en cada extremo para evitar fugas.	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$648.00
	Total: \$648.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	Polietileno calibre 1000 tubular de 1.5 m de diámetro.	ML	4.8000	\$100.00	\$480.00
	Liga o cámara de neumático	Pza.	2.0000	\$45.00	\$90.00
	Llave de paso de pvc de 1" de diámetro	Pza.	1.0000	\$30.00	\$30.00
	Cinta canela	Pza.	1.0000	\$18.00	\$18.00
	Poliducto de 1"	ml	1.5000	\$12.00	\$18.00
	Abrazadera de metal para 1"	Pza.	2.0000	\$6.00	\$12.00
				SUMA:	\$648.00

Tabla 4.9.- Análisis del bolso reservorio

Descripción del Concepto: Colocación de malla tipo gallinero de 1.10 de altura para protección del biodigestor alrededor de la estructura enterrado a una profundidad de 40 cm para evitar la entrada de roedores subterráneos y animales domésticos.	Unidad: Pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$173.00
	Total: \$173.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	Malla gallinero de 1.10 m de altura	ML	10.0000	\$16.00	\$160.00
	Alambre recocido	kg	0.5000	\$26.00	\$13.00
				SUMA:	\$173.00

Tabla 4.10.- Análisis de malla tipo gallinero

Descripción del Concepto: Colocación de válvula de seguridad para el exceso de gas condensado sea liberado construido por una "t" de pvc de 1" , en el extremo del poliducto de 1.8 m se coloca una botella de pet con un orificio en la parte lateral superior	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$39.60
	Total: \$39.60

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	"T" de pvc de 1"	Pza.	1.0000	\$12.00	\$12.00
	Poliducto de 1"	ml	1.8000	\$12.00	\$21.60
	Abrazadera de metal para 1"	Pza.	1.0000	\$6.00	\$6.00
				SUMA:	\$39.60

Tabla 4.11.- Análisis de colocación de válvula

Descripción del Concepto: Colocación de poliducto de salida , a partir de la "t" de la válvula de seguridad hacia el quemador con poliducto de 1" y con una longitud no mayor de 20 ml. para evitar deficiencias debido al exceso de longitud del poliducto.	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$246.00
	Total: \$246.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	Abrazadera de metal para 1"	pza.	1.0000	\$6.00	\$6.00
	Poliducto de 1 "	ml	20.0000	\$12.00	\$240.00
				SUMA:	\$246.00

Tabla 4.12.- Análisis de colocación de poliducto

Descripción del Concepto: Colocación del quemador de 6" de diámetro ensamblado en el extremo libre del poliducto sujeto con abrazadera de metal galvanizado para 1"	Unidad: pza.
	Cantidad: 1.00
	P. Unitario: \$326.00
	Total: \$326.00

Clave	Descripción del Insumo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	T o t a l
M A T E R I A L E S					
	Quemador de 4" con accesorios	Pza.	1.0000	\$320.00	\$320.00
	Abrazadera de metal para 1"	Pza.	1.0000	\$6.00	\$6.00
				SUMA:	\$326.00

Tabla 4.13.- Análisis del quemador

CAPÍTULO 5

EJECUCIÓN

La ejecución de un proyecto consiste en desarrollar las actividades necesarias para que se tenga éxito en un trabajo.

Se debe de revisar la planeación del proyecto, para que los ejecutores en este caso los beneficiarios no tengan dudas tanto en las indicaciones teóricas como en el diseño y en caso de que haya, resolverlas antes de iniciar las actividades esto evitara que se tengan complicaciones y retrasos.

Dentro de la programación se revisa que se tenga todo bien organizado como los materiales y su suministro, así como los periodos que se tienen para desarrollar los trabajos y no se tengan retrasos.

Una vez que revisamos la planeación y tenemos la programación y el presupuesto necesario para realizar dicho trabajo procedemos a llevarlo a la ejecución, desarrollando cada uno de los conceptos, llevando siempre una buena coordinación entre el asesor técnico y los beneficiarios quienes son los que directamente ejecutan la obra para que cada uno tenga un buen desempeño y una excelente comunicación para que se lleve la ejecución adecuadamente desde el inicio, desarrollo y conclusión del proyecto.

5.1.- DESARROLLO DE LA EJECUCIÓN

5.1.1.- PRELIMINARES

Los lugares para la ubicación del biodigestor es en los solares o patios traseros de las viviendas, como son comunidades rurales, tienden a tener yerba o pastizales, por lo que se tiene que hacer primero el desyerbe del lugar, que abarca 20 metros cuadrados (m^2) aproximadamente, esto para tener un lugar apto para trabajar y que no tenga complicaciones, una vez desyerbado se procede a trazar con flexometro, hilo y estacas el área donde se hace la excavación el cual tiene una dimensión de 3 m x 1.2 m, más el trazo de donde se colocan los registros y que no es necesario que tengan el mismo ancho que la fosa, estos se trazan ubicando primero el registro de entrada, ya que debe de ser del lado donde se tenga más cerca el excremento o corral del cerdo y del lado opuesto se ubica el registro de salida para que se pueda mover o drenar el biofertilizante.

Se procede a hacer la excavación hasta una profundidad de 1 metro lineal (ml) al centro de lo que será la fosa y el registro de entrada, la fosa se deja con talud inclinada para que en el piso terminado de la fosa se tenga una dimensión de 0.80 m de ancho, el registro de entrada es importante que la dimensión de la excavación sea exactamente igual al del registro, esto para evitar derrumbes en los lados si no se tiene reforzado el talud con algún tipo de material, la excavación del registro de salida se hace similar al de entrada con excepción de la profundidad, este debe tener 0.83 m porque es menos profundo.

Se recomienda ademar los taludes de la fosa para evitar derrumbes o crecimiento de alguna planta o raíz que pueda dañar a la bolsa del biodigestor, este se puede hacer si se tiene recurso económico con ladrillo asentado o solamente acomodado o bien con costales de tierra.



Imagen 5.1.- Fosa con ladrillo asentado



Imagen 5.2.- Fosa con talud de tierra

5.1.2.- REGISTROS DE ENTRADA Y DE SALIDA

Para los registros de entrada y de salida procedemos a colocar firme de un espesor de 8 centímetros (cm) para de ahí desplantar los registros dejando que fragüe hasta que soporte el peso del material del registro, como lo indica en el diseño, el registro de entrada tiene una dimensión de 0.70 m x 0.70 m exterior y una profundidad de 1 m a partir del piso de concreto.

Los tubos de concreto de 10" se colocan al mismo nivel para que el material disuelto se descomponga lentamente y al mismo tiempo fluya hasta llegar al registro de salida generando una mayor cantidad de biogás, la altura o nivel de los tubos queda al nivel del piso del registro de salida, por lo cual el tubo del registro de entrada queda a una altura de 25 cm la parte inferior del tubo teniendo un desarenador el registro de entrada para evitar que entre material no deseado como alguna piedra o material que no pueda descomponerse.

El registro de salida se construye con una dimensión de 0.50 m x 0.50 m pero este con una profundidad de 0.75 m a partir del piso de concreto, ambos registros se deben dejar con un acabado pulido y con pasta de cemento para evitar que se fugue el material disuelto, o al momento de llenarlo de agua cuando se coloca el biodigestor se tenga alguna fisura en los registros y esto genere deficiencias en el funcionamiento.



Imagen 5.3.- registro de entrada y de salida

5.1.3.- FABRICACIÓN DE BIODIGESTOR

La fabricación del biodigestor se hace por separado en algún lugar acondicionado en el que no haya algún tipo de material que pueda romperlo o dañarlo, en este caso el biodigestor se elaboró en un lugar acondicionado y consistió en cortar el polietileno a la medida en que se ocupa, este se corta con tijera o navaja teniendo cuidado de no cortarlo de la forma indebida, se cortan dos a la misma medida ya que el material debe de ir doble para tener una mayor resistencia, se traslapan introduciendo uno dentro del otro verificando que las líneas del dobléz coincidan entre sí, en una de las líneas donde se tiene el dobléz se coloca el adaptador de pvc, colocando el macho dentro del biodigestor con la mitad del sándwich exactamente al centro lateral y longitudinal de la bolsa, se coloca el macho para poder cortar el pequeño orificio con mucho cuidado porque si se corta de mayor dimensión puede tener fugas, para eso se hace el llamado sándwich que consiste en cortar dos pedazos de plástico y cámara de neumático redondo de 10 cm de diámetro para colocarlos al momento de enroscar el adaptador macho con la hembra y que se le coloca el pegamento de pvc para que se adhiera mejor.



Imagen 5.4.- corte del biodigetor



Imagen 5.5.- colocación del sándwich.

5.1.4.- COLOCACION Y AMARRE DEL BIODIGESTOR

Ya que tenemos fabricado el biodigestor procedemos a colocarlo dentro de la fosa teniendo mucho cuidado de no dañarlo al moverlo y, teniendo cuidado de que no quede encimado en partes debido a las dimensiones, en los extremos se cubren los tubos de concreto y se sujetan con cinta canela una vez acomodado y quedando el doble que tiene el adaptador exactamente al centro superior de los tubos, se procede a amarrarlos con la cámara de neumático cortado en tiras estirando lo más que este se pueda y traslapando en cada vuelta unos 2 cm.

Colocamos también el poliducto de 6 ml en el adaptador sujetándolo con la abrazadera y a este cubriéndolo de cinta canela para evitar que rompa el biodigestor. La longitud del poliducto es para evitar que se quiebre y el biogás tenga mayor fluidez.



Imagen 5.6.- Colocación del biodigestor.



Imagen 5.7.- Amarre de biodigestor.

5.1.5.- CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA

El tubo que se utiliza es del diámetro de 1 y $\frac{1}{4}$ de pulgada, y se conoce como tubo moflero por la capacidad de ser fácilmente doblado, para esta estructura se requiere que el tubo moflero solamente sea arqueado y la longitud que debe tener es de 6 ml para que desplantado tenga una altura aproximada de 1.80 a 2.00 m al centro del arco.

Se marcan los puntos donde se deben colocar los tubos excavando 30 cm de profundidad para que los tubos queden ahogados en el concreto, esto ayuda a que la estructura sea más resistente al transcurso del tiempo y épocas del año, a los tubos arqueados de los extremos se les colocan dos tubos horizontales, el primero a una altura de 20 cm del terreno natural y el segundo a una altura de 50 cm, este último ayuda para detener a esa altura el bolso reservorio y evitar junto con la tela malla que tenga contacto con el biodigestor.



Imagen 5.8.- Estructura de metal.



Imagen 5.9.- Construcción de estructura

5.1.6.- COLOCACIÓN DE TELA- MALLA

La tela-malla es una medida preventiva para evitar algún incidente, este le sirve para proteger el biodigestor y al mismo tiempo para sostener el peso del bolso reservorio y evita que tenga un peso excesivo.

Se corta a la medida 3.50 ml de largo y un ancho de 1.10 m para que se pueda sujetar al tubo horizontal moflero en cada extremo, este se realiza con alambre recocado en los extremos enrollándolo en el tubo y después se le tensa para que no quede colgado o mal extendido.



Imagen 5.10.- Colocación de tela-malla



Imagen 5.11.- Tela-malla colocada.

5.1.7.- COLOCACIÓN DE POLIETILENO EN ESTRUCTURA TIPO INVERNADERO

A la estructura de tubo moflero se le coloca el polietileno que viene fabricado para soportar los rayos ultravioleta y evitar que el promedio de vida del biodigestor sea corto debido a los cambios de clima, se realiza cortando el polietileno para que quede abierto, este viene tubular de fábrica por lo que queda de 3 m de ancho y cubre casi en su totalidad la estructura, en caso de que le haga falta se corta más material para que cubra bien y proteja al biodigestor por completo, dejando los cortes en la parte baja y debajo del otro para que se evite la entrada de agua o polvo.

Para sujetar el polietileno se le realizan pequeños nudos con bolitas de unicel dentro, o algún material que no lo rompa, se sujetan los extremos y esquinas con torzales de alambre recocido y partes donde se pueda, para que quede la estructura resistente y el hule bien estirado evitando que el agua de la lluvia se acumule.

Todas las líneas de los torzales son sujetos en la parte baja del tubo central haciendo un aro del mismo alambre para que las líneas se sujeten desde ahí.



Imagen 5.12.- Sujeción del polietileno



Imagen 5.13.- Invernadero para biodigestor.

5.1.8.- FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL BOLSO RESERVORIO

El bolso reservorio consiste principalmente en almacenar el biogás para utilizarlo cuando se requiera, el biodigestor siempre está produciendo biogás pues la descomposición del excremento no se detiene y siempre está en funcionamiento por lo que es necesario almacenar el biogás.

El bolso reservorio se construyó en el lugar de la obra y consistió en cortar las bolsas tubulares y traslaparlos uno dentro del otro los cuales tienen una dimensión de 4.80 ml para para que la dimensión excesiva se utilice en las sujeciones con el poliducto, el poliducto que viene del biodigestor se introduce al bolso reservorio alrededor de 60 cm y se amarra con las tiras de cámara hasta que quede bien sujeto y no se desprenda o deslice, del otro extremo se colca otro tramo de poliducto que mide 1.5 m de longitud con una llave de paso en el extremo que lleva la válvula, se introduce 60 cm y se amarra con las tiras de liga.

A las ligas o tiras de cámara de neumático se les enrolla por encima pedazos de polietileno para evitar el desgaste por el sol.



Imagen 5.14.- Fabricación de bolso.



Imagen 5.15.- Colocación del bolso reservorio.

5.1.9.- COLOCACIÓN DE MALLA DE GALLINERO PARA PROTECCIÓN

La colocación de la malla de gallinero es para prevenir cualquier incidente relacionado con algún animal doméstico, rastrero o subterráneo ya que estos pueden entrar hasta donde se encuentra el biodigestor o el bolso reservorio y romperlo.

La malla que se utiliza es de 1.10 m de altura y se enterró 0.40 m excavando todo alrededor de la estructura y se vuelve a tapar con la tierra, así los animales se detienen o se les complica el ingreso dando como resultado una duración de vida más larga al biodigestor.



Imagen 5.16.- Corte y preparación de malla



imagen 5.17.- colocación de malla de gallinero

5.1.10.- COLOCACIÓN DE VÁLVULA DE SEGURIDAD

La válvula de seguridad está conformada por una botella de pet de 2 litros (l) o más, y consiste en dejar escapar el biogás condensado que se acumula principalmente en la línea de conducción del biogás que se dirige hacia el quemador.

La botella es cortada en la parte superior lateral y se le introduce el poliducto que viene de la “T” de pvc, la “T” es colocado después de la llave de paso a una pequeña distancia, a partir de ahí hacia abajo se coloca un tramo de poliducto de 1.80 m de altura hasta introducirlo dentro del orificio de la botella para que quede al nivel del piso, o también puede sujetarse si existe la posibilidad en algún objeto fijo tomando en cuenta el peso del envase con el líquido, la otra salida de la “T” es para dirigir el biogás con el poliducto que va hacia el quemador.

Imagen 5.18.- Colocación de la llave de paso



Imagen 5.19.- colocación de válvula

5.1.11.-COLOCACIÓN DE POLIDUCTO DE SALIDA PARA EL QUEMADOR

El poliducto que se coloca es del mismo diámetro de 1" y se coloca a partir de la salida libre de la "T" de pvc. sujetándolo con la abrazadera de metal, el poliducto debe ser llevado por la altura del tejado o de algunos árboles para evitar la acumulación de biogás en las partes que queden bajas y se obstruya el paso.

La longitud que se recomienda es no exceder los 20 ml ya que de lo contrario la flama en el quemador es menor debido a que se pierde la presión por la longitud.



Imagen 5.20.- Poliducto de conducción del biogás.

Imagen 5.21.- Final del poliducto de conducción con salida para el quemador



5.1.12.-COLOCACIÓN DEL QUEMADOR

El quemador se colocó al final de todo el proceso y el tubo de ingreso del gas al quemador es de 1" por la parte exterior, por lo que entra en el poliducto fácilmente y se sujeta con la abrazadera, el quemador que se le colocó es sencillo y queda suelto para que el usuario lo utilice donde lo ocupe, ya sea en una estufa, en un bracero o como lo hemos estado realizando dentro de la estufa ahorradora de leña así evitamos por completo el uso de la leña que proviene de los árboles derribados por la tala.



Imagen 5.22.- Quemador encendido a base del biogás producido.



Imagen 5.23.- Estufa ahorradora de leña.

CAPITULO 6

CONCLUSIÓN

La construcción de un biodigestor en las localidades rurales ayuda a aprovechar el biogás producido por la descomposición de las excretas de los animales principalmente del excremento del cerdo antes de ser desechado de diferentes formas.

Dado que el deterioro del medio ambiente ha venido creciendo cada vez más, es una de las mejores alternativas de reciclaje del estiércol de los animales, principalmente el proveniente de los cerdos, el que por sus componentes tiene mayor poder contaminante para el aire y es más difícil de degradar pudiendo ocasionar enfermedades. Con esto se colabora para disminuir el uso de los combustibles fósiles los cuales afectan al medio ambiente con sus múltiples derivados a una escala muy considerable.

Los biodigestores tubulares de polietileno por sus características constructivas y por su bajo costo son una alternativa para integrar las excretas y otros residuos orgánicos a los sistemas de producción, ya que normalmente éstos se pierden, se mal utilizan o se convierten en contaminantes del medio ambiente y, por consecuencia, en un peligro para la salud de las plantas, animales y del mismo hombre.

Son muchos los beneficios que se obtienen al utilizar los biodigestores entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- Proporcionan combustible (biogás) para suplir las necesidades energéticas rurales, incrementando la producción de energía renovable y de bajo costo.

- Produce gas metano, el cual se puede utilizar para la calefacción. Esta es una forma de producir energía que no es contaminante ni en el proceso de su producción ni en su combustión, contrario a lo que sucede con los combustibles fósiles.
- Reducen la contaminación ambiental al convertir en residuos útiles las excretas de origen animal, aumentando la protección del suelo, de las fuentes de agua, de la pureza del aire y del bosque.
- Dichas excretas contienen microorganismos patógenos, larvas, huevos, pupas de invertebrados que de otro modo podrían convertirse en plagas y enfermedades para las plantas cultivadas en la región.
- Se produce fertilizante o abono orgánico (bio-abono) con un contenido mineral similar al de las excretas frescas, pero de mejor calidad nutricional para las plantas y siembras de semilla de autoconsumo.
- Mediante la utilización del efluente como bio-abono se reduce el uso de fertilizantes químicos, cuya producción y aplicación tiene consecuencias negativas para el medio ambiente global y local.
- Mejora las condiciones higiénicas de la casa rural y/o unidad de producción de animales a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos y moscas, los que mueren durante el proceso de biodigestión y que se acumulan en las excretas sin tratar.
- Contribuyen a reducir los niveles de deforestación por el menor uso de leña con fines energéticos.

- Produce beneficios micro-económicos a través de la sustitución de fertilizantes sintéticos por fertilizantes orgánicos y el aumento en los ingresos debido al incremento de la producción de forrajes.
- Se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades, ya que al reciclar las excretas animales en biodigestores que operan en rangos de temperatura interna entre 30 °C y 35 °C es posible destruir hasta el 95% de los huevos de parásitos y casi todas las bacterias y protozoarios causantes de enfermedades gastrointestinales

Como se mencionó anteriormente, los dos productos más importantes que se obtiene a través del proceso de biodigestión son el biogás y el bio-fertilizante.

6.1.- BIOGÁS

El biogás puede ser utilizado tanto en el hogar como en la unidad de producción directamente.

En el hogar uno de los usos más importante es para cocinar o preparar los alimentos. Con esto se ahorra dinero directamente al no comprar otro tipo de combustible para ello.

Dependiendo del volumen de producción, el gas puede utilizarse hasta 12 horas diarias. De acuerdo con experiencias propias, el biodigestor plástico provee biogás a una familia de 5-8 miembros por un período promedio de 8 horas diarias. La calidad de la llama es buena, no ahúma, no mancha y el olor es normal.

6.2.- FERTILIZANTE ORGÁNICO

Al igual que con el biogás, el efluente puede ser utilizado como fertilizante en diferentes cultivos.

El bio-abono o fertilizante orgánico se puede utilizar tanto en cultivos perennes como en árboles forrajeros que sirven de alimento para el ganado. Por su alto valor nutritivo para las plantas, el efluente se usa preferentemente en cultivos anuales de alto valor en el mercado como es el caso de las hortalizas.

La alta calidad del fertilizante orgánico radica en que después de haber transcurrido el proceso de biodigestión, todos los nutrientes y más de la mitad de la materia orgánica se encuentran aún en la materia descompuesta.

Al mismo tiempo, el efluente del biodigestor cumple una función fitosanitaria ya que actúa como repelente contra insectos- plagas de los cultivos, El efluente es muy utilizado para fertilizar plantas acuáticas, plantas ornamentales y también encuentra aplicación para el cultivo de peces, pues se fertilizan los estanques para producir algas y fitoplancton que consumen los peces.

Bibliografía

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Ingeniería Civil
Coordinación de Cursos de Educación Continua
Curso: Procedimientos Para Concursar y Ejecutar Obra Publica 2012-2013
Edificio “C” Planta Baja, Ciudad Universitaria
Morelia, Michoacán.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia
“Programa “Hacia la Igualdad de Género y La Sustentabilidad Ambiental” 2007-2012”.
Curso Taller: “Cambio Climático y Género”
Octubre 2012.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia
“Programa “Hacia la Igualdad de Género y La Sustentabilidad Ambiental” 2007-2012”.
Curso Taller: “Manejo Holístico de Sistemas Agropecuarios de Traspatio Mediante El Uso de Eco Tecnologías”
Noviembre 2012.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia
“Programa “Hacia la Igualdad de Género y La Sustentabilidad Ambiental” 2007-2012”.

“Lineamientos Para el Otorgamiento de Subsidios a Grupos de Mujeres Ejercicio 2013”

Dirección de Equidad de Género

Enero de 2013

Usos Productivos de la Energía

Biodigestores

Maestría en Práctica del Desarrollo Energía y Desarrollo Rural

Octubre 2012

Marco Guilcapi.

Daniel Slon.

Zapata Cavidad Álvaro, Fundación CIPAV Utilización de Biogás Para Generación de Electricidad.

Fundación Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción

Agropecuaria (CIPAV),

Cali, Colombia.

<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/1/pedr141.htm>.