



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA EN
LA FINCA LA MARAVILLA EN LA PROVINCIA DE SUCUMBIOS CANTÓN
GONZALO PIZARRO

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN BASE A LOS REQUISITOS
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CONSTRUCCIÓN Y
DOMÓTICA

PROFESOR GUÍA

ARQ.PATRICIO HOMERO HERRERA DELGADO

AUTOR

HERNÁN DARIO MACAS GAONA

AÑO

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Patricio Homero Herrera Delgado

Arquitecto

C.C. 1703577112

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Ing. Jorge Enrique Álava Freire

C.C. 1706348073

DECLARACIÓN AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondiente y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Hernán Darío Macas Gaona

C.C 2100318696

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de manera especial a Dios por permitirme existir, a mis padres quienes son un pilar y ejemplo fundamental en mi vida. Mi esposa y mi hijo quienes fueron mi fortaleza y apoyo en este largo período de estudio.

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a mi esposa y mi hijo, quienes siempre estuvieron junto a mí en este largo proceso de estudio en las buenas y malas, a mis padres quienes siempre me han guiado con sus consejos y buenos ejemplos y han sido mi apoyo incondicional en cada momento de mi vida

RESUMEN

La contaminación ambiental es un problema actual en el mundo que exige el diseño de nuevas propuestas que permitan disminuirlo, el presente trabajo investigativo tiene como objetivo la implementación de un biodigestor tipo salchicha en la Finca Maravilla en la provincia de Sucumbíos - Cantón Gonzalo Pizarro en el Recinto Amazonas que permita tratar los desechos del ganado bovino, para lo cual primero fue necesario realizar un análisis cuantitativo de la producción de estiércol en la finca para determinar la capacidad de abastecimiento de materia prima al biodigestor. En segundo lugar se determinó la viabilidad técnica y económica de la implementación del biodigestor, de donde se calculó que tendría un costo de construcción \$5840.02 con un costo de operación de \$1836 al año y generará flujos de efectivo al año de \$5932.8 por la venta de biogás y biofertilizante, por lo que se consideró un proyecto económicamente viable con una índice de costo-beneficio de 2.15, es así que se procedió a definir el proceso constructivo del biodigestor detallando sus diferentes etapas, así como las principales actividades de mantenimiento que garanticen su correcto funcionamiento a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: CONTAMINACIÓN, ESTIÉRCOL, BIODIGESTOR, BIOGÁS, BIOFERTILIZANTE

ABSTRACT

Environmental pollution is a current problem in the world that requires the design of new proposals to reduce it, this research work aims to implement a biodigester type sausage at the Maravilla farm in the province of Sucumbíos - Gonzalo Pizarro Canton in the Amazonas Enclosure that allows to treat the waste of cattle, for which it was necessary first to perform a quantitative analysis of the manure production in the farm to determine the capacity of raw material supply to the biodigester. Secondly, the technical and economic viability of the implementation of the biodigester was established, from which it was calculated that it would have a construction cost of \$ 5,840.02 with an operating cost of \$ 1836 per year and generate cash flows per year of \$ 5932.8 for the sale of biogas and biofertilizer, so it was considered an economically viable project with a cost-benefit ratio of 2.15, so we proceeded to the define the construction process of the biodigester detailing its different stages, as well as the primary maintenance activities that ensure its correct long-term operation.

KEY WORDS: POLLUTION, STRETCHER, BIODIGESTOR, BIOGAS, BIOFERTILIZER

Índice

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
CAPITULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
CAPITULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 La contaminación	6
2.2 Cambio climático:	17
2.2.1. Causas del cambio climático	19
2.2.2. Efectos del cambio climático.....	19
2.2.3. Gases de efecto invernadero.....	20
2.2.4. Efecto invernadero.....	20
2.3 Desarrollo Sostenible	21
2.4 La Responsabilidad Social.....	22
1.4.1 La responsabilidad social y las prácticas actuales.....	24
1.4.2 Alternativas para afianzar la responsabilidad social	24
2.5 El Biodigestor	26
2.5.1. Concepto	26
2.5.2. Marco histórico.....	26
2.5.3 Tipos de Biodigestores	29
2.5.4. Beneficios de la implementación de un biodigestor	35
2.5.5. Funcionamiento del biodigestor	36

2.5.6. Mantenimiento del biodigestor	37
CAPÍTULO III	39
PROPUESTA	39
3.1. Antecedentes	39
3.2 Ubicación del Proyecto	40
3.3 Viabilidad técnica.....	44
3.3.1 Disponibilidad de materiales	44
3.3.2. Disponibilidad de mano de obra	44
3.3.3. Análisis de ubicación del biodigestor	44
3.3.4. Disponibilidad de materia prima.....	45
3.3.5. Análisis de las dimensiones del biodigestor.....	45
3.4. Viabilidad económica	46
3.4.1. Costos de construcción del biodigestor	46
3.4.2 Determinación de rubros de funcionamiento	47
3.4.3. Rubros de mantenimiento.....	49
3.4.4. Cálculo de volumen de biogás y biofertilizante	49
3.4.5. Cálculo de ingresos económicos	49
3.4.6. Análisis costo- beneficio	50
3.5. Proceso de construcción.....	55
CAPITULO IV	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
Referencias	61
ANEXOS	64

Índice de tablas

Tabla 1. Contaminantes del agua.....	10
Tabla 2. Fuentes de contaminación electromagnética	12
Tabla 3. Contaminación del suelo	13
Tabla 4.Efectos de la radiación en el cuerpo humano.....	16
Tabla 5. Causas del cambio climático	19
Tabla 6. Producción de estiércol por animal diario.....	36
Tabla 7. Composición del biogás	37
Tabla 8 Presupuesto de construcción	46
Tabla 9. Rubros de funcionamiento.....	48
Tabla 10 Volúmen de biogás y biofertilizante	49
Tabla 11. Ingresos por venta de biogas y fertilizante	50
Tabla 12.Flujos de ingresos esperados.....	51
Tabla 13. Cálculo tasa interna de retorno (TIR)	53

Índice de figuras

Figura 1. Contaminación Ambiental	8
Figura 2. Contaminación ambiental.....	9
Figura 3. Contaminación del agua.....	10
Figura 4 .Contaminación electromagnética	11
Figura 5 Contaminación del suelo	13
Figura 6. Contaminación por basura	15
Figura 7.Chatarra electrónica	15
Figura 8.Contaminación radioactiva	16
Figura 9. Deforestación en la Amazonía	19
Figura 10.Uso de biogás para cocina.....	27
Figura 11. Recolección de excremento	28
Figura 12. Planta de aprovechamiento de biogás en Cuenca.....	29
Figura 13.Biogestores en una explotación agrícola.....	30
Figura 14.Biogestores de cúpula fija	31
Figura 15.Biodigestores de cúpula móvil.....	32
Figura 16.Biodigestor tipo salchicha plano.....	32
Figura 17. Biodigestor tipo salchicha.....	33
Figura 18. Biodigestor con desplazamiento horizontal	34
Figura 19.Biodigestor de tanques múltiples.....	34
Figura 20.Biodigestor con sistema vertical.....	35
Figura 21Modelo biogestor Bolivia	39
Figura 22. Biodigestor de geomembrana en granja porcina.....	40
Figura 23. Volcán El Reventador.....	41
Figura 24. Balneario Los Manantiales	42
Figura 25. Ubicación finca	42
Figura 26. Río Shutiyacu	43
Figura 27.Ganado raza Gyr.....	43
Figura 28. Ubicación del biodigestor	45
Figura 29. Curva de inversión	54
Figura 30.Replanteo del terreno.....	55

Figura 31. Excavación del terreno.....	56
Figura 32 Colocación de ladrillos	56
Figura 33.Colocación geomenbrana	57
Figura 34. Colocación Válvula.....	57
Figura 35. Adaptación tuberías de gas.....	58
Figura 36. Etapas constructivas biodigestor.....	58

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la utilización de recursos no renovables preocupa a toda la sociedad a nivel mundial, ya que existe el temor de que futuras generaciones no podrán gozar de la ventaja de disponer de ciertos elementos naturales como el agua, el petróleo, las minas y otros recursos que ya se consideran limitados.

Es así que se requiere buscar otras fuentes de energía alternas como la enfocada en biomasa, puesto que esta “proviene de árboles, plantas, desechos de animales o humanos” (Arce, 2011, pág. 6); esta energía es producto del tratamiento del estiércol proveniente del ganado, que pasa a generar energía calorífica para el uso doméstico, contribuyendo al aprovechamiento de residuos para evitar contaminar el ambiente, ya que según (Arce, 2011) “de los desechos orgánicos de 5 vacas, o 10 cerdos, se obtiene el biogás necesario para generar 3 kilovatios hora (kW), de electricidad”

Estas fuentes energéticas pueden complementar la demanda de electricidad acompañada de tecnologías efectivas que permitan su generación y así mantener un nivel de desarrollo estable y así optimizar la utilización energética de quienes la utilizan.

Se puede observar también que el Ecuador es un país agrícola y ganadero, siendo una alternativa idónea para su uso de este y otras clases de energía de carácter orgánico, que permitan el desarrollo de las comunidades.

En el Cantón Gonzalo Pizarro, la generación de basura y aguas servidas, así como su lugar de depósito son un grave inconveniente para la población, ya que conlleva problemas al medio ambiente; ya que existe un incremento en su producción, lo cual hace que sea un área con mayor número de depósitos de desecho; lo que es una razón para incrementar herramientas que permitan mitigar sus consecuencias, motivo para impulsar el presente trabajo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un biodigestor tipo salchicha en la Finca Maravilla en la Provincia de Sucumbíos- Cantón Gonzalo Pizarro- Recinto Amazonas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis cuantitativo y cualitativos de la producción de excremento en la Finca Maravilla en la Provincia de Sucumbíos
- Determinar la factibilidad técnica y económica de la implementación de un biodigestor para la producción de biogás.
- Diseño y proceso de instalación de un biodigestor tipo salchicha para la producción de biogás como fuente de energía alternativa.
- Capacitar a los campesinos sobre el uso y mantenimiento de las unidades biodigestoras a fin de prolongar su vida útil.

Alcance

Este trabajo se fundamenta en una propuesta para la construcción de un biodigestor tipo salchicha específicamente que beneficiará a los campesinos de la finca Maravilla, Provincia de Sucumbíos- Cantón Gonzalo Pizarro- Recinto Amazonas.

En cuanto al alcance temporal se prevé que la instalación del biodigestor en la finca durará un mes, mediante trabajos específicos de forma semanal y periódica.

Justificación del proyecto

Justificación Teórica

Representa una alternativa energética con recursos renovables, definiéndola como aquella que “se generan de forma continua y son inagotables a escala humana, aunque habría que decir que, para fuentes como la biomasa, esto es así siempre que se respeten los ciclos naturales” (Merino, 2011, pág. 2) Su importancia se centra en que actualmente existe una deficiencia de combustible, así también se ha identificado una crisis de energía que principalmente afecta a los países sub desarrollados, por lo que la sociedad necesita adoptar otro tipo de energías alternas, que permitan cuidar el ambiente y no producir contaminación.

Este proyecto se sustenta en un enfoque tanto social como práctico y ambiental, la construcción del biodigestor pretende que la calidad de vida de la comunidad mejore, ya que les permitirá abaratar costos y aprovechar los desechos para generar energía, es una manera de cuidado al ambiente, considerado como un tema de análisis mundial, regional y local donde el respeto al ecosistema se ha vuelto en una prioridad de los gobiernos, para así evitar agotar los recursos naturales existentes.

Justificación Práctica

Este proyecto permitirá al autor del proyecto aplicar los conceptos aprendidos en clase y ponerlos en práctica mediante el diseño del biodigestor y su construcción, donde será posible integrar lo aprendido versus los procesos desarrollados para beneficio social y ejercicio profesional.

Justificación Metodológica

Este proyecto tiene como objetivo calcular y analizar una técnica particular que permite reducir la contaminación, como lo es el biodigestor descrito, es posible describir los siguientes métodos investigativos.

Este proyecto se fundamenta en los siguientes métodos investigativos para hacer posible la indagación del entorno actual de los campesinos en la Finca Maravilla en la Provincia de Sucumbíos- Cantón Gonzalo Pizarro- Recinto Amazonas y posteriormente implementar el biodigestor:

- Investigación descriptiva.- Se hará un análisis sobre las características presentes en el fenómeno objeto de estudio, que son las fuentes de energía como medios alternativos para aprovechar los desechos orgánicos, y se centrará en el análisis en detalle del biodigestor.
- Investigación Experimental.- aplicará la investigación de tipo experimental porque se ejecutará un trabajo in situ, es decir, dentro del campo de acción, es decir la finca mencionada
- Adicionalmente se utilizarán el método deductivo; se irá desde los conceptos teóricos sobre energías renovables, hasta el proceso de diseño para su posterior ejecución.

Al cuestionar ¿Cómo se ejecutarán las actividades que permitan responder a los objetivos específicos? Se define la siguiente metodología:

1. Cálculo de cantidad de excremento producida por lo animales para determinar cuanta materia prima requiere y estimar así el volumen de biogás capaz de producir.
2. Se utilizarán precios de mercado para calcular el presupuesto de instalación y los beneficios económicos de la obtención de biogás y biofertilizante para poder establecer su factibilidad y técnica de la instalación del biodigestor.
3. El diseño y la implementación del biodigestor requiere estimar los diferentes pasos para su instalación para poder elaborar un proceso constructivo detallado.
4. En cuanto al proceso de capacitación, se elaborará un cronograma con fechas específicas por turnos en grupos de cinco personas, cuyo capacitador será el mismo autor con presencia del administrador de la finca.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En todo el mundo la contaminación producida por la acumulación de desechos es evidente, y es una problemática que afecta severamente al ambiente, trayendo consigo afectaciones como el deterioro de los hábitats de especies que se ven amenazadas constantemente. Uno de los principales desechos es el plástico que puede ocasionar daños en la salud a los animales y puede provocar su muerte por la excesiva acumulación de estos desechos, los niveles de basura en los mares está aumentando sin control, de forma que es un problema que amenaza la vida a nivel global.

La degradación del plástico libera varias sustancias tóxicas como el bisfenol, que puede afectar a la producción de hormonas de los seres vivos y por lo tanto incidir en sus funciones reproductivas contribuyendo a la presencia de procesos de extinción de especies.

Estos problemas se generan a causa de la actividad humana mediante la actividad industrial pero también mediante actos cotidianos de la ciudadanía, por ejemplo la población ecuatoriana aún no tiene la educación necesaria de reciclar o dejar de arrojar basura, lo cual se detecta con facilidad al observar las calles de la ciudad, estos problemas se dan por la mala educación de la ciudadanía y sus costumbres, a más de políticas de control y sanción eficientes, por lo que se considera que sus consecuencias se irán incrementado constantemente con el pasar del tiempo con las debidas consecuencias para la salud y la vida.

La contaminación por polietileno en la comunidad de la Provincia de Sucumbíos es persistente, ya que las autoridades no han efectuado ningún tipo de campaña de reciclaje para el procesamiento de desechos, en los basureros municipales se mezcla toda clase de basura sin hacer ningún trabajo de reciclaje, lo cual con el tiempo no solo genera afectaciones al medio ambiente, sino también a la salud de los habitantes.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 La contaminación

La contaminación es un fenómeno que puede considerarse presente desde los inicios de la humanidad al considerar como afectaciones ambientales los efectos el proceso eruptivo de un volcán, la muerte y descomposición de animales, terremotos, entre otros, pero se consideran estos factores como naturales y hasta inevitables, no obstante durante los últimos años el principal contaminante del planeta es el ser humano, quien ha aumentado su afectación al ambiente debido a su actividades y sus progresos tecnológicos.

Las primeras iniciativas orientadas a cuidar el ambiente se pueden considerar a las propuestas en el año de 1272, cuando Eduardo I de Inglaterra mostró preocupación por que la contaminación del aire estaba siendo un problema para la salud del pueblo, por lo que tomó medidas como la prohibición de la utilización del carbón en Londres, acción que podría considerarse como una de las primeras políticas públicas ambientales.

Pero con el pasar del tiempo aparecerían nuevos problemas de mayor escala con el apareamiento de la revolución industrial en Inglaterra se impulsaría el crecimiento de las fábricas y una mayor demanda de carbón como fuente de energía para garantizar el funcionamiento de sus máquinas, con el posterior incremento de desechos industriales que terminarían afectando la calidad al aire, el agua y el suelo, así también el crecimiento de las urbes que se desarrollarían en torno a los núcleos económicos industriales que generaría una mayor acumulación de residuos humanos no tratados, generando otro tipo de afectaciones, por ejemplo en 1858 Londres sufrió una importante contaminación por aguas residuales denominada “El Gran Hedor del Río Támesis”, lo que exigió que pocos años después se construyera un sistema de alcantarillado.

Así también en 1881, las ciudades de Chicago y Cincinnati fueron las primeras ciudades estadounidenses en impulsar leyes para garantizar un ambiente de calidad.

Años después, luego de terminada la Segunda Guerra Mundial, se dieron un conjunto de acciones que aportaron a aumentar la contaminación ambiental, por ejemplo las lluvias ácidas provocadas por las series de ensayos nucleares efectuados por las potencias mundiales con tecnología atómica

Otro ejemplo de afectaciones por contaminación ambiental se dió en 1952 con la llamada "Gran Niebla" en Londres, producto de las actividad humanas, que mató a unas 4 000 personas; y motivó a la creación de la Ley del Aire Limpio de 1956.

Mientras que a principios del siglo XX otras ciudades norteamericanas se unieron a esta iniciativa, y poco después se generó un Departamento de Contaminación del Aire, dependiente del Departamento del Interior que a partir de los años 90 empezó a dar frutos positivos como la identificación de elementos perjudiciales para la salud como el cromo y las implicaciones en el ser humano como el aumento de probabilidades de cáncer bronquial.

Así también se empezó a identificar y catalogar lugares acorde a su nivel de contaminación, como el término "zona industrial abandonada", para indicar que se recomienda no construir asentamientos humanos en ese lugar, por los altos peligros que la contaminación del sitio puede tener sobre la salud, por ejemplo el denominado DDT es una substancia usada comúnmente en el Ecuador, sin embargo mediante estudios como el de Rachel Carson fue prohibido en varios países, sin embargo su utilización se mantuvo durante mucho tiempo en los países Latinoamericanos.

"Con el desarrollo de la ciencia nuclear apareció la contaminación radioactiva, la cual permanece en el ambiente de manera letalmente por millones de años" (AFP, 2009). Por ejemplo del desastre nuclear en Chernóbil o el reciente accidente en la central nuclear en Fukushima en Japón cuyas consecuencias

ambientales son sumamente graves al extremo de volver inhabitables grandes zonas de terreno.

Sus antecedentes se remontan a finales de la Segunda Guerra mundial y se desarrollan durante la denominada Guerra Fría, donde se realizaron ensayos orientados al perfeccionamiento de armas nucleares, varias de estas pruebas se realizaron cerca de zonas habitadas, el impacto negativo de esta contaminación generó consecuencias a corto y largo plazo en la salud humana.



Figura 1. Contaminación Ambiental

2.1.1.1 Contaminación atmosférica

Es aquella que emana sustancias de tipo químico y partículas en la atmósfera, generando un riesgo para la salud de todos los seres vivos, sobre todo en que los habitantes de las ciudades donde la actividad industrial o la emanación de gases producidos por automóviles comprometen la calidad del aire.



Figura 2. Contaminación ambiental

2.1.1.2 Contaminación hídrica

Se produce por la contaminación de las fuentes de agua, a causa de elementos contaminantes vertidos directamente en ríos, lagos, mares o indirectamente mediante la filtración de sustancias en los suelos que penetran hasta fuentes subterráneas de agua afectando sus características.

En épocas pasadas los principales problemas en el consumo de agua se manifestaba por falta de procesos de potabilización, lo que generaba la propagación de enfermedades comprometiendo la salud y la vida de las personas. Actualmente los procesos de tratamiento del agua han permitido que su consumo sea seguro, sobre todo en los países desarrollados, no obstante existen países que aún tienen como dificultad el acceso a un agua segura.

Actualmente ya no nos enfrentamos a la propagación de agentes patógenos mediante su consumo, esta se enfrenta a nuevos factores contaminantes sobre todo químicos, producto de la actividad humana.

Según (Manahan, 2007) los principales agentes contaminantes del agua son:

Tabla 1. Contaminantes del agua

Contaminante	Impacto
Metales pesados	Salud, toxicidad, afectaciones bióticas
Contaminantes inorgánicos	Toxicidad, biótica –acuática
Asbesto	Salud
Medicamentos, anticonceptivos	Calidad del agua
Plaguicidas	Toxicidad, fauna
Residuos petróleo	Fauna. contaminación visual
Residuos humanos- animales	Calidad de agua, oxígeno del agua
Detergentes	Eutrofización
Elementos carcinógenos	Cáncer
Colorantes, saborizantes	Calidad del agua, contaminación visual
Patógenos	Enfermedades
Materia orgánica	Niveles de oxígeno



Figura 3. Contaminación del agua

Tomado de: (Bioenciclopedia, 2011)

La seguridad del tratamiento del agua es un tema que exige esfuerzos conjuntos de autoridades y ciudadanos para mantener este recurso y garantizar la salud todos y todas.

2.1.1.3 Contaminación electromagnética

Se genera a causa de las radiaciones magnéticas generadas por los equipos electrónicos y todo tipo de producto que forma parte de la cotidianidad humana mediante ondas electromagnéticas, como las antenas de telefonía móvil, electrodomésticos, máquinas electrónicas, etc.



Figura 4 .Contaminación electromagnética

Tomado de: (Santoro, 2015)

Aunque no hay estudios concluyentes con respecto a las afectaciones a la salud por ondas electromagnéticas, se estima que dichos efectos se darán a conocer a largo plazo, las fuentes más comunes de radiación electromagnética se encuentran las usadas en actividades cotidianas como la cocina con el horno microondas o la utilización de dispositivos de comunicación como el teléfono celular que pasa más tiempo en contacto con el humano, actualmente existen testimonios de individuos que afirman haber sufrido alteraciones como tumores cerebrales a causa de la utilización del teléfono celular.

Entre las más importantes fuentes de este tipo de contaminación según (Torres & Ochoa, 2007) son:

Tabla 2. Fuentes de contaminación electromagnética

Fuente	Características
Líneas de distribución y transmisión	Se presenta en aquellas líneas eléctricas que transportan energía eléctrica de manera aérea mediante torres o postes y sirven para distribuir electricidad en las ciudades, Según el nivel de carga están suele estar más distanciadas de las personas
Subestaciones	Son aquellos lugares de entrada y salida de energía eléctrica, los niveles de CE son mayores que los presentes en las líneas de transmisión
Electrodomésticos	Acorde a la proximidad de las personas son los más peligrosos para la salud
Telefonía móvil	Al igual que los electrodomésticos la cercanía al cuerpo los convierte en perjudiciales, sobre todo por la cercanía que tienen sobre la cabeza, así también las estaciones de telefonía son fuente de CE.

Tomado de: (Torres & Ochoa, 2007)

2.1.1.4 Contaminación del suelo

Esta contaminación se produce por la introducción de elementos ajenos a la composición original del suelo, o el aumento de un nivel inusual de un elemento extraño, esto puede ocurrir cuando sustancias químicas son derramadas sobre el suelo para luego ser filtradas bajo tierra afectando a su composición, llegando incluso a afectar aguas subterráneas.



Figura 5 Contaminación del suelo

Los requerimientos de alimentación y alojamiento han obligado al ser humano a explotar el recurso de la tierra, para obtener alimentos en un primer momento, luego para satisfacer sus necesidades de vivienda y por último como generador de recursos económicos mediante la extracción de recursos minerales.

Según (Silva & Correa, 2009) los tipos de contaminación que presenta el suelo son los siguientes:

Tabla 3. Contaminación del suelo

Contaminación local	Contaminación difusa
Fábricas	Pesticidas
Vertederos	Fertilizantes
Actividad minera	Lodos de depuradora
Erosión	Material soluble particulado

Tomado de: (Silva & Correa, 2009)

Clases de contaminantes

Se encuentran características como la degradabilidad, que es la desintegración de la basura. También se la concibe como “el producto que puede descomponerse en los elementos químicos debido a la acción de agentes

biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales” (Ramírez, 2014).

Dentro de los contaminantes no degradables que se pueden definir como aquellos incapaces de descomponerse mediante procesos naturales, por ejemplo el plomo y el mercurio.

Es importante determinar el momento conveniente para el tratamiento de estos elementos (y los de degradación lenta) mediante iniciativas como el reciclaje o procesos que permitan su control, para evitar que terminen liberados en el medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento, ya que cuando estos han sido arrojados al ambiente, eliminarlos es muy costoso o incluso no es posible.

Contaminantes de degradación persistente o lenta: Son compuestos o sustancias ajenas al ambiente que poseen la característica de no descomponerse por medios naturales o presentar procesos lentos, llegando incluso a ser necesario que pasen décadas para llegar a desaparecer, el ejemplo más común de esto es el plástico.

Contaminantes degradables o no persistentes: Son productos o sustancias que se descomponen de forma natural y fácil mediante procesos físicos, químicos y biológicos, la mayoría se descomponen fácilmente a niveles aceptables.

Contaminantes biodegradables: Son organismos o sustancias químicas complejas que gracias a microorganismo se descomponen en compuestos más sencillos, por ejemplo los desechos humanos vertidos en caudales de agua suelen descomponerse sin dificultad.

Una fuente importante de contaminación es la generada por la basura:

Contaminación por basura

El tratamiento inadecuado de la basura, más la falta de cultura de las personas al arrojarla a la calle, permite que esta termine en las alcantarillas y sean arrastradas a caudales de agua como ríos y constituyan una fuente importante de contaminación que termina atentando a la seguridad de los ecosistemas.



Figura 6. Contaminación por basura

Chatarra electrónica

Desechos electrónicos o basura tecnológica compuestas por residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.



Figura 7. Chatarra electrónica

2.2.1.5 Contaminación radiactiva

Se produce por la utilización de compuestos radiactivos naturales o artificiales; es la presencia de partículas radiactivas en el entorno y que afectan a los seres vivos, se origina a causa del uso de la energía nuclear. En un inicio su finalidad en un inicio fue el predominio militar de un país sobre otro, luego se

encontraron aplicaciones más pacíficas como la medicina o la generación de energía, sin embargo el mal uso y tratamiento de sus desechos constituye un peligro para la seguridad humana.



Figura 8. Contaminación radioactiva

Tomado de: (Contaminación ambiental.net, 2013)

La radiación presenta una serie de efectos negativos sobre la salud humana, según (Alegre, 2011) se mencionan las siguientes:

Tabla 4. Efectos de la radiación en el cuerpo humano

Afectación	Consecuencias
ADN	Rotura de cadenas de ADN Alteración de las bases Destrucción de azúcares Formación de dímeros Lesiones
Cromosomas	Restitución anómala Cromosomas dicéntricos Cromosomas en anillos Fragmentos acéntricos Mutaciones

Tomado de: (Alegre, 2011)

2.2 Cambio climático:

Se conoce como cambio climático a la variación del clima a nivel planetario, cuyas consecuencias han venido manifestándose en los últimos años mediante la presencia de fenómenos como excesivas lluvias, tornados o sequías. Se considera que la principal causa de este fenómeno es la actividad humana, quien se ha encargado de deforestar bosques por las demandas de la industria maderera o el crecimiento de la actividad agrícola que con el uso excesivo de productos químicos han destruido grandes extensiones de selva.

El cambio climático presenta una serie de consecuencias a nivel mundial, el más representativo y preocupante es el derretimiento del casquete polar, este fenómeno origina un aumento en el nivel del mar, una situación que compromete la seguridad de las ciudades costeras a nivel mundial, además de poner en peligro la vida de especies adaptadas a estos medios como por ejemplo los osos polares que cada vez debe buscar con mayor dificultad zonas frías o alimento, ya en el año 2001 se anunciaba que el mar estaba incrementando su nivel de 10 a 12 cm y que el clima se había incrementado en 0.6°C con respecto al siglo pasado.

La producción de gases nocivos como gas metano, dióxido de carbono entre otros ha dado origen al llamado efecto invernadero, que puede entenderse como el efecto que produce la acumulación de estos gases que atrapan los rayos del sol dentro de atmósfera aumentando la temperatura lo que ocasiona afectaciones al clima del planeta, en algunos sitios del mundo se está sintiendo estos cambios con mayor intensidad.

Los lugares en el mundo en donde más se ha notado este fenómeno climático se encuentra el círculo polar, en el paso año 2016 su capa de hielo llegó a su nivel más bajo, al descongelarse ahora su área es de 4.1 millones de Km², incrementando el nivel del mar en 19 cm, sin embargo algunos ven este desastre como una oportunidad para desarrollar actividades mineras.

En otros lugares también se presentan fenómenos poco usuales asociados al cambio climático, por ejemplo en Siberia existe un brote de ántrax asociado a

un animal portador del virus que permaneció congelado durante años ha quedado expuesto y sus restos tuvieron contacto con algunos humanos.

Así también se dan casos de las denominadas "zonas muertas" en el mar donde no existe vida ni fauna ya que en ese sitio no se produce oxígeno ni nutrientes por lo que los animales huyen de ahí o mueren por ejemplo en golfo de México con un área de 15000 km², un área similar a la provincia del Guayas.

En Bangladesh que cuenta con un número de 160 millones de habitantes, cada dos o tres años sufre desastres naturales como inundaciones y sequías, así también sus suelos sufren de excesiva salinidad, comprometiendo la seguridad alimentaria, lo mismo ocurre en Oceanía.

La Amazonía no se queda fuera de lugares en el mundo afectados por el cambio climático, se estima que los bosques no pueden resistir los cambios de temperatura lo que compromete las reservas naturales y faunísticas más grandes del planeta en Brasil y la Guayana Francesa.

Por tal motivo es importante hacer conciencia sobre este fenómeno y sus efectos que en un futuro se desarrollarán otros problemas como la falta el agua y por lo tanto escasez de alimentos, ocasionando guerras y migraciones ambientales.



Figura 9. Deforestación en la Amazonía

2.2.1. Causas del cambio climático

Según (Barros, 2005) son las siguientes:

Tabla 5. Causas del cambio climático

Factores	Características
Naturales	Radiación solar Composición química de la atmósfera Procesos geológicos
Antrópicos	Alteración del suelo por actividad humana Emisión de gases y aerosoles
Astronómicos	Comportamiento del sol Movimientos de la Tierra
Geológicos	Vulcanismo

Tomado de: (Barros, 2005)

2.2.2. Efectos del cambio climático

Según (Molina, Sarukhan, & Carabias, 2017) entre los principales efectos del cambio climáticos se mencionan los siguientes:

Aumento del nivel del mar: El incremento de temperatura incide en el derretimiento polar incrementando el nivel del mar, situación que pone en riesgo a las ciudades costeras, ocasionando migraciones ambientales.

Aumento de tormentas: La variabilidad del clima ocasiona flujos de aire caliente y frío que la encontrarse provocan tormentas cada vez de mayor intensidad y frecuencia.

Sequías e inundaciones: Las alteraciones climáticas ocasionan cierta polaridad climática, pues mientras en algunas regiones se presentan fuertes lluvias e inundaciones, en otros lugares se presentan largas sequías perjudicando así los ciclos de las cosechas perjudicando a la producción de alimentos.

Extinción de especies: Las alteraciones climáticas conllevan afectaciones la flora lo que ocasiona escasez de alimentos para ciertas especies que al verse afectadas en su hábitat terminan migrando a otros lugares o extinguiéndose.

Enfermedades: Las altas temperaturas, las inundaciones crean entornos favorables para la proliferación de especies portadoras de agentes patógenos como ciertos tipos de mosquitos.

2.2.3. Gases de efecto invernadero.

Este tipo de gases están presentes en la atmósfera, son de una gran importancia para determinar la temperatura en nuestro planeta por ejemplo el de vapor de agua generado por ríos o el mar. Gas metano, producido por la descomposición de materia orgánica. Dióxido de carbono, producto de la quema de combustibles fósiles. Según estudios realizados desde 1910 se demuestra que el aumento en la temperatura ambiente es de 0.6 grados centígrados.

2.2.4. Efecto invernadero

Se entiende como el proceso por el cual aumenta la temperatura de la superficie terrestre por efecto de la actividad solar. (Aguilar, 2003) Debido a que ciertos gases permiten el paso de la radiación solar y la atrapan en la atmósfera, produciendo el fenómeno que se lo compara con lo que sucede en

los invernaderos agrícolas en donde el techo plástico permite el paso de los rayos del sol y los retiene aumentando su temperatura interior.

Este fenómeno se viene percibiendo hace un siglo desde la revolución industrial, debido a un uso desmesurado de combustibles fósiles, se estima que para el 2047 estos gases generen daños irreversibles en los ecosistemas y sea una amenaza a la vida en la tierra, por tal motivo se debe tratar de regular su emisión a la atmósfera.

2.3 Desarrollo Sostenible

El significado de desarrollo sostenible se orienta a un desarrollo viable en el tiempo, cuya condición esencial es que las capacidades del sistema socioeconómico puedan estar disponibles para las generaciones venideras. Estas capacidades se ven determinadas por la tecnología y la organización social sobre la capacidad del entorno para satisfacer el incremento de las necesidades sociales.

Durante varios siglos la humanidad tenía la percepción de que los recursos naturales eran inagotables, por tanto no existía la conciencia sobre los efectos negativos ambientales producto del creciente y desmedido desarrollo industrial. Sin embargo, desde los años sesenta del siglo anterior comenzó a expresarse en la sociedad, en especial en Estados Unidos, la intranquilidad por el estado ambiental, y una década más tarde la preocupación ecológica, si bien incipiente todavía, fue reconocida a nivel internacional cuando comenzaron a surgir algunos convenios internacionales para la protección del medio ambiente.

Pero sobre todo cuando las Naciones Unidas convocó a la primera reunión internacional en Estocolmo “la Conferencia sobre el Medio Humano 1972”, un hito que estableció no sólo el inicio de eventos, cumbres, acuerdos u otros hechos relevantes, sino de una serie de principios de acción política y derecho ambiental internacional’ en base a estudios de expertos científicos que fueron cimentando un nuevo concepto y modelo: el desarrollo sostenible, que fue presentado en Río de Janeiro en la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo o Cumbre de la Tierra de 1992”. Este discurso presente y discutido hasta la actualidad, ha sido decodificado por la ONU

conjuntamente con el tema del calentamiento global y pérdida diversidad, para reorganizar la agenda económica política e institucional internacional frente a la crisis ecológica planetaria.

Este modelo de un desarrollo sostenible ha sido un discurso socialmente aceptado y con gran poder de legitimación que se ha extendido, profundizado y desgastado en el mundo con la globalización. Las claves fundamentales para su éxito están más allá del crecimiento económico y abarca la viabilidad ecológica manifestada en la reducción y superación de la pobreza que aquejan a millones de humanos, y los efectos sociales, económicos y ambientales del cambio climático, así como en el manejo racional y eficiente de los recursos naturales tal como lo enuncia el informe Brundtland de las Naciones Unidas,

Se dice que el desarrollo sostenible es aquella situación que requiere una modificación de dimensiones económicas y usos tecnológicos, además deben ser dadas en base a la conciencia humana sobre sus aspectos físicos, biológicos y sociales, no se debe dar paso al egoísmo o al individualismo pues se requiere pensar que después de nosotros vendrán nuevas generaciones con necesidades y ganas de vivir con calidad.

Considerando la trascendencia del desarrollo sostenible, es importante mencionar las principales características que este debe poseer, según (Kramer, 2003) sus principales principios son:

- Establecer una relación entre las acciones presentes y sus consecuencias en el futuro.
- Dar la importancia necesaria a los procesos ecológicos
- Preocuparse por el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras
- Hacer énfasis en el principio de solidaridad

2.4 La Responsabilidad Social

“Hablar de una sola definición de responsabilidad social (RS) es imposible; son varias las definiciones disponibles en ambas de las acepciones al concepto de RS como son responsabilidad social empresarial (RSE) y responsabilidad

social corporativa (RSC)” (Congreso de los diputados, 2006). Una de las definiciones ampliamente aceptada por la comunidad internacional es la de la Comisión Europea, en donde la responsabilidad de las empresas frente a su entorno va más allá de sus obligaciones legales, se da en un ámbito social por lo que es importante el diseño y aplicación de objetivos sociales y ambientales”. Así también se considera que es la relación entre las actividades de una organización sobre su entorno.

Se puede identificar los aspectos comunes para llegar a un consenso sobre la RS: primero, su concepto se desarrolla desde la esfera privada empresarial y/o corporativa; es el compromiso voluntario que sobrepasa las obligaciones de la ley que exige manejar y hacerse cargo de los impactos económicos, sociales y ambientales ocasionados por la actividad empresarial o corporativa.

Uno de los principales actores dentro de la responsabilidad social son los denominados stakeholders, ya que se consideran importantes para el alcance de objetivos y metas o en caso contrario sean un impedimento para conseguirlos.

Por otra parte, la RSE les permite a los stakeholders exponer a las empresas sus intereses frente a las actividades productivas que éstas realizan, ya que el bienestar de las partes involucradas puede verse favorecida o afectada por dichas actividades empresariales. De allí que la RSE/RSC es vista también como una estrategia de negocio empresarial/corporativa que aporta ventajas competitivas de rentabilidad en el mercado, en donde el desarrollo sostenible se fundamente en tres pilares: económico, social y medioambiental (Cajiga, 2013).

También las empresas deben tener responsabilidad social, porque es el compromiso consciente de cumplir una meta integral con la empresa, tanto en lo interno como en lo externo, considerando las expectativas económicas, sociales y ambientales del entorno que le rodea.

1.4.1 La responsabilidad social y las prácticas actuales

Siendo que la RS (responsabilidad social) contempla las dimensiones económica, social y medioambiental como ejes desde donde se desarrollan aquellas buenas prácticas que representarán beneficios para los stakeholders y la sociedad en general, entendemos que la RS finalmente es una estrategia para alcanzar el desarrollo sostenible, tal como fue planteado en el Informe Brundtland anteriormente mencionado.

Hay que anticiparse que, hasta ese momento se consideraba como buenas prácticas socialmente responsables que se adoptaban de forma voluntaria, ahora con vistas como una contribución esencial del desarrollo sostenible, desde la gobernanza y el ejercicio político. Un gran ejemplo de prácticas de RS fueron las empresas españolas desde el 2006 pioneras en este tema.

1.4.2 Alternativas para afianzar la responsabilidad social

Una de las alternativas más comunes y garantizadas de generar responsabilidad social es el reciclaje, existen dos tipos más comunes de reciclaje llamados los de ciclo cerrado y ciclo abierto.

Hay dos tipos de reciclado, de ciclo cerrado o abierto. El ciclo cerrado, es en el que un producto se reutiliza para elaborar productos cuya materia prima por ejemplo es aluminio o papel periódico y con esto elaborar papel periódico o latas de aluminio para así no generan nuevos productos ya existentes. El tipo de reciclaje de ciclo abierto se da con materiales de desecho, como plásticos, se transforman en otros productos que se le encuentran diversos usos. Este reciclaje es menos deseable porque realmente, se están haciendo otros productos que en un tiempo volverán a ser desecho.

Lo anterior refleja una clara idea de que el mundo está cambiando, también en Ecuador existen ya empresas cuyo emprendimiento se centra en la ejecución de este tipo de ayuda ecológica con inversión mínima y utilidades diversas.

Además existe el reciclado mecánico y el químico que forma parte de los productos que se pueden dar usos y formas distintas a partir de su procesamiento.

Además menciona que el reciclaje se puede diferenciar de acuerdo al color de contenedor, así existen los colores amarillo, azul, verde claro y verde oscuro para diferenciar los tipos de desechos y de esta manera clasificarlos de la mejor manera posible, para contribuir con el ambiente y para generar menos costos por motivos de clasificación.

- Contenedor Amarillo: Elementos plásticos como bolsas, botellas u otros objetos elaborados con este material.
- Contenedor Azul: Objetos relacionados con papel o cartón como cajas, revistas, periódicos, etc...
- Contenedor Verde Claro: Todo lo relacionado con vidrio como botellas, espejos, objetos decorativos, vasos, etc...
- Contenedor Verde Oscuro: Desechos orgánicos
- Contenedor Rojo: Desechos infecciosos, agujas, jeringuillas, objetos contaminados con fluidos.

Entonces, independientemente de la clasificación que se dé al reciclaje sea por tipo de contenedor, como por proceso del producto es necesario saber que como consumidores hay que aportar de alguna manera con el ambiente, para lo cual es totalmente beneficioso la separación de los desechos, además contribuye a las empresas recicladoras y a los gastos que se generan a diario como ciudad en cuanto a recolección y diversificación de residuos se refiere.

2.5 El Biodigestor

2.5.1. Concepto

Un biodigestor es un contenedor donde se depositan desechos vegetales o animales como estiércol, cuyas bacterias en ausencia de la actividad del oxígeno lo descomponen produciendo biogás y fertilizante (Martí, 2008)

Los biodigestores fueron considerados, como una forma específica de producir gas combustible gracias a la descomposición de desechos orgánicos, además de de fertilizante de calidad.

Es, un contenedor hermético e impermeable, llamado reactor, en donde se coloca material orgánico como excrementos de animales que mediante la fermentación anaerobia produce gas metano y fertilizantes orgánicos que contienen nitrógeno, fósforo y potasio, disminuyendo el potencial contaminante de dichos desechos.

Se entiende este proceso como “fenómeno indigestible” que se puede definir como la incapacidad de digerir algo, en este caso se refiere a la reacción del estiércol y bacterias anaérobicas que ante la ausencia de oxígeno descomponen la materia orgánica produciendo metano que posteriormente puede ser utilizado como combustible para cocinas en los hogares o puede ser comercializado generando una fuente de ingresos económicos para los pobladores. Otro producto obtenido de este proceso es fertilizante orgánico que al igual que el biogás puede ser comercializado.

Debido al bajo costo de sus elementos constructivos, se obtiene que su instalación tenga una inversión baja, situación que ha beneficiado a la instalación de biodigestores por toda América Latina, Asia y África, aunque en el Ecuador todavía no se lo implementa al 100 por ciento

2.5.2. Marco histórico

La materia orgánica ha sido usada desde hace miles de años, por ejemplo los babilonios ya la usaban para fertilizar sus cultivos, dicha práctica se mantuvo a través de generaciones y diferentes culturas, gracias al intercambio cultural

entre pueblos por la actividad comercial e incluso por procesos de expansión territorial.

En el siglo XVIII los desechos humano o animales eran depositados en letrinas que posteriormente eran cubiertas con tierra cuando se terminaba su tiempo estimado de uso, este proceso accidentalmente produjo la presencia de acumulación de gas metano que en determinado momento el ser humano se dio cuenta que era inflamable, posteriormente se empeñaría en producirlo voluntariamente, mediante varios intentos lo consiguió mediante la construcción de los primeros biogestores, por ejemplo, a través de algunos experimentos desarrollados por Luis Pasteur en varios lugares del mundo se empezó a tratar las aguas negras para de esta manera obtener bio-gas que se usó en alumbrado público. En 1890 fue construido el primer biodigestor en la India y seis años después se lo replicó en Inglaterra.

De esta manera en 1950 el biodigestor se volvió muy popular, y se lo construía mediante pequeñas cámaras en donde se colocaban desechos vegetales, animales o humanas para la generación de gas, tal es así que en la actualidad en China hay más de 7.000.000 de biodigestores, que suplen las necesidades de gas e iluminación de su población.

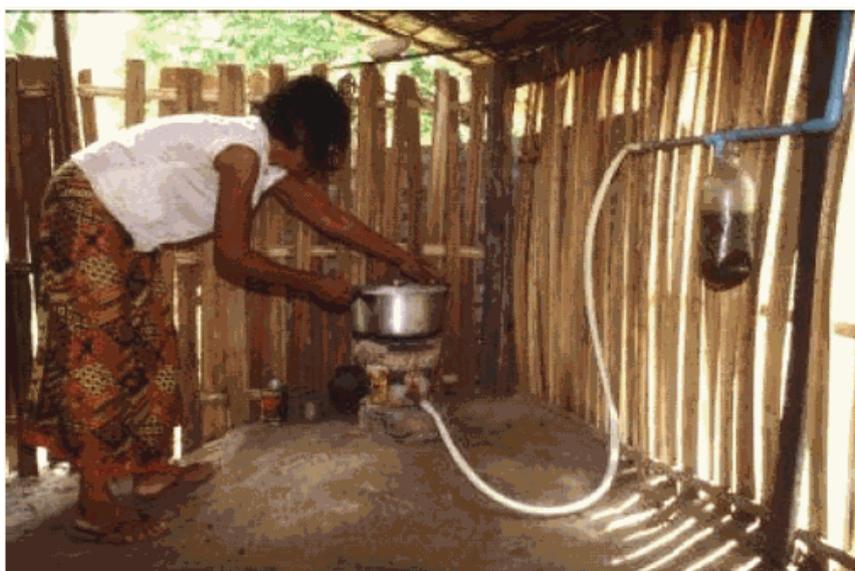


Figura 10. Uso de biogás para cocina

Tomado de: (Buthaud/FAO)

Uno de los proyectos más representativos en la actualidad es el que desarrollo un joven ingeniero agrónomo costarricense, quien en su país llegó a instalar 200 biodigestores, los cuales van desde los dos, hasta los treientos sesenta metros cúbicos y con una vida útil entre diez a treinta y cinco años, dependiendo del material utilizado, que en el caso de geomenbrana puede ser de PVC o polietileno de acuerdo a cada necesidad; de esta manera el joven permitió que estos campesinos bajaran sus consumos de energía no renovable al producir biogás, evitando así la liberación de 9.000 toneladas de CO₂ y así prestar un aporte al medio ambiente y lograr controlar el efecto invernadero.



Figura 11. Recolección de excremento

Tomado de: (López, 2015)

En Quito y Cuenca desde 2016 se está desarrollando un plan muy importante para controlar la emisión de gas metano a la atmósfera en los rellenos sanitarios y frenar el calentamiento global, ya que en el 2014 se extrajeron 504 millones de metros cúbicos de madera en América Latina y luego de varios estudios se ha determinado que el gas metano tiene mayor capacidad de absorber el calor que el CO₂.

El ingeniero de la Torre pretende generar 1 MW con una producción de 490 toneladas de desperdicio en la ciudad de Cuenca, con lo cual se brindará energía eléctrica a 7.000 familias, asegurando que se fijará en precio del

kilovatio en 0.11 centavos y que se reducirá la contaminación de la ciudad con un equivalente de 14.000 vehículos pesados.



Figura 12. Planta de aprovechamiento de biogás en Cuenca

Tomado de: (El Tiempo, 2016)

Mientras que la ciudad de Quito se pretende con una producción de 2.000 toneladas diarias de basura, generar 40 megavatios al día para de esta manera beneficiar a 20.000 familias.

2.5.3 Tipos de Biodigestores

Existen diversos tipos de biodigestores, debido a la diferencia de materiales, forma de uso, dimensiones entre otras características que los hace diferentes, entre los que se encuentran:

2.5.3.1 Biodigestores de flujo semi continuo

La carga del material a fermentar y la descarga se realizan de manera continua o por períodos de 12 horas, esta particularidad permite que su uso sea prolongado y se requiera poca intervención humana, lo que es rentable en la medida de necesitar poca mano de obra.

Cabe mencionar que una mezcla más fluida o movilizada de manera mecánica y de un depósito de gas (si este no se utiliza en su totalidad de manera continua). Los biodigestores continuos contribuyen a purificar el agua mediante la utilización de fosas. En el mercado hay tres clases de biodigestores de flujo continuo pueden ser de tipo cúpula fija o llamado chino, cúpula móvil, de salchicha (biodigestor).



Figura 13. Biogestores en una explotación agrícola

Tomado de: Parra B. Biodigestores

2.5.3.2 El biodigestor de cúpula fija

Es aquel que consiste en mantener un recipiente fijo e inmóvil donde se pon el gas, mientras que esta se coloca en la parte de arriba del digestor. “cuando comienza la producción de gas, la mezcla se desplaza hacia el tanque de compensación, la presión del gas va en aumento del volumen de gas almacenado y con diferencia de altura entre el nivel de la mezcla del digestor y del tanque de compensación” (Alcaraz, 2013), este biodigestor es adecuado porque los costos para su construcción son bajos comparado con otro tipo de biodigestores y de larga vida útil, además por ser subterráneo ahorra espacio y soporta los cambios de temperatura.

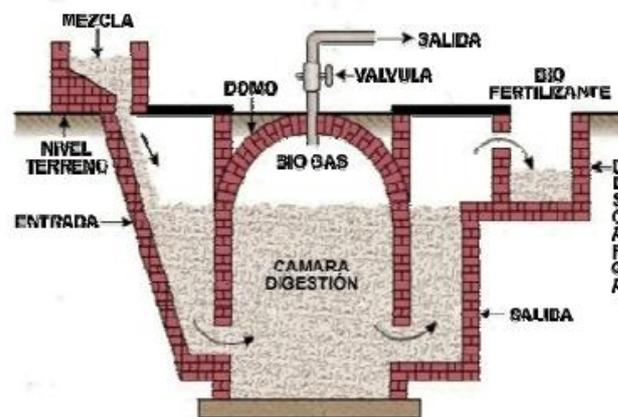


Figura 14. Biogestores de cúpula fija

Tomado de: (Bioenciclopedia, 2011)

2.5.3.3 El biodigestor de cúpula móvil

Este es un digestor hecho de forma subterránea que tiene un recipiente móvil para el gas, en este recipiente el gas flota, y con este también hace que se recolecte en el tambor de gas, levantándose según la cantidad de gas de almacenamiento.

Entre las ventajas que presenta este biodigestor se encuentran las siguientes:

- Su operación es simple
- La presión de gas es constante y puede estar caracterizada por el peso del recipiente de gas
- La construcción de este es fácil

Sin embargo sus costos son elevados a causa de la compra de materiales para el tambor de acero y otros costos de mantenimiento incurridos.

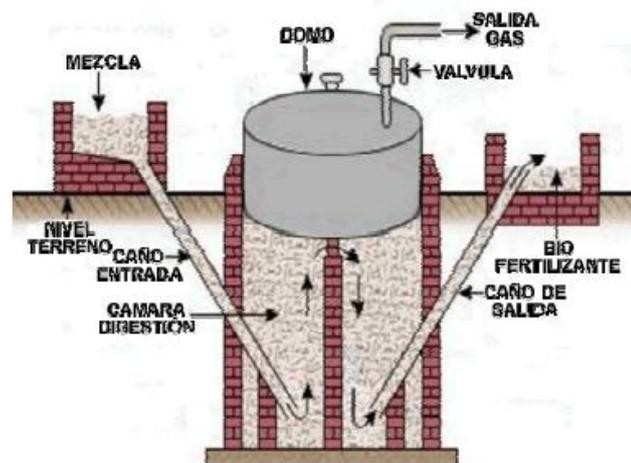


Figura 15. Biodigestores de cúpula móvil

Tomado de: (Bioenciclopedia, 2011)

2.5.3.4 Biodigestores de salchicha

Este tipo de biodigestor es uno de los más accesibles para su construcción debido a que el tipo de materiales requeridos son de fácil obtención y se los encuentra a nivel local en cualquier ferretería, como tubos pvc, mangas de polietileno, entre otros, además de que su costo es totalmente accesible, por lo que es una alternativa ideal para comunidades rurales que no disponen de muchos recursos.

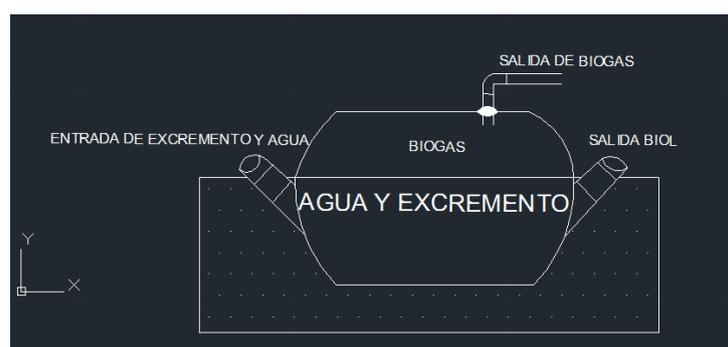


Figura 16. Biodigestor tipo salchicha plano



Figura 17. Biodigestor tipo salchicha

Luego de depositado el estiércol dentro de la geomembrana, las bacterias anaerobias en ausencia de oxígeno producen un proceso de hidrólisis y fermentación que produce gas metano que posteriormente puede ser utilizado localmente o comercializado.

2.5.3.5 Biodigestores de flujo continuo

Tienen por finalidad tratar aguas residuales, normalmente son de gran tamaño y poseen características mecánicas para su control y gestión. Por sus dimensiones y tecnología son capaces de generar mayor volumen de biogás, entre los principales se mencionan:

2.5.3.6 Sistema de desplazamiento horizontal (movimiento por flujo pistón, gravedad)

Es usado para explotaciones agropecuarias que generan importantes cantidades continuas de residuos, como por ejemplo criaderos de cerdos, establecimientos con gallinas en jaulas; o comunas que requieren procesar los desechos domiciliarios.

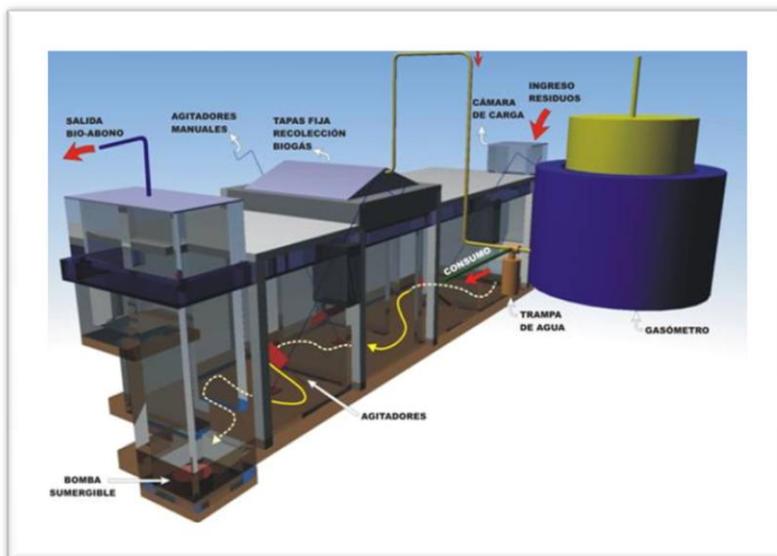


Figura 18. Biodigestor con desplazamiento horizontal

Tomado de: (CEMEFI.org, 2011)

2.5.3.7 Sistema de tanques múltiples

Estos tipos son más completos, porque permiten limpiar residuos, de varios tipos de tanques, lo que permite que cuando se trata de grandes cantidades de desecho se ahorre costos y se evita riesgos ambientales.



Figura 19. Biodigestor de tanques múltiples

Tomado de: (Bioenciclopedia, 2011)

2.5.3.8 Sistema de tanque vertical

Este tipo de biodigestor está compuesto por “dos cámaras, la primera es el módulo de sedimentación-digestión y la otra es la cámara de filtración biodigestión. Cuenta con una tapa circular que sirve de inspección para la cámara de filtración-biodigestión.” (amanco.com, 2011)



Figura 20. Biodigestor con sistema vertical

Tomado de: (amanco.com, 2011)

2.5.4. Beneficios de la implementación de un biodigestor

Entre los principales beneficios se encuentran las siguientes:

- Son una fuente renovable de energía que produce biogás
- Aportan a la conservación del ambiente al procesar los desechos orgánicos impidiendo que estos contaminen afluentes de agua o el suelo o propaguen enfermedades.
- Producen abono orgánico que puede ser utilizado reemplazando a los fertilizantes químicos contribuyendo así a una mejor calidad de productos agrícolas.
- Al ser una fuente de biogás contribuyen al reemplazo del uso de la madera evitando así la contaminación del aire mediante la quema de la misma, así como la reducción de la tala de árboles.
- Son una fuente de ingresos económicos para las comunidades mediante la comercialización de biogás y abono.
- Contribuyen a la reducción de transmisión de enfermedades al procesar los desechos animales.
- Es renovable

- El biogás presenta una mejor combustión, no emite azufre causante de contaminación

2.5.5. Funcionamiento del biodigestor

El funcionamiento del biodigestor suele ser bastante sencillo se lo puede resumir en el siguiente proceso:

Recolección de material orgánico: Suele estar conformado por estiércol vacuno, porcino, aves u otros animales, puede ser este recogido de manera manual y llevado a las cajas colectoras o se puede implementar un sistema de rampas o desagües que permite encaminar los desechos hasta el biodigestor de manera más eficiente. Acorde a la información proporcionada por la finca “La Maravilla” se observa la siguiente producción de estiércol:

Tabla 6. Producción de estiércol por animal diario

Animal	Estiércol producido por día	Número de animales	Total estiércol producido (Kg)
Bovino carne	30	60	1800

Considerando que de acuerdo al tipo de animal, el estiércol posee mayor humedad que otros, tal es el caso de los desechos de cerdo que no requieren mucha cantidad de agua en comparación con los provenientes de las vacas, de todas formas es importante mantener una relación de 4:1 de agua-estiércol (FAC, 2011)

Fermentación: Para obtener resultados positivos se debe considerar que la temperatura adecuada sea mínimo de 25° C, mediante el cual las bacterias anaerobias contenidas en el estiércol descomponen los compuestos de los desechos orgánicos en ausencia de oxígeno produciendo gas metano y desechos que pueden ser usados como abono. (Elizondo, 2005)

Según (Arce, 2011) los principales componentes del biogás son:

Tabla 7. Composición del biogás

Componente	%
Metano	50
Dióxido de carbono	45
Nitrógeno	3
Oxígeno	1
Otros	1

Tomado de: (Arce, 2011)

Recolección de biogás: Mediante la utilización de una válvula se obtiene biogás que suele ser transportado mediante tuberías para ser almacenado o utilizado. Es importante tomar medidas de seguridad como la utilización de un filtro con agua para evitar la fuga de gas o el ingreso de oxígeno al biodigestor.

2.5.6. Mantenimiento del biodigestor

Una vez instalado el biodigestor es necesario implementar un proceso de mantenimiento que permita su correcto funcionamiento por un período de vida útil estimado de 5 a 10 años. De manera general según (Martí, 2008) se deben realizar las siguientes actividades:

1. Revisión de la válvula de seguridad: Se debe tener precaución ya que el agua tiende a evaporarse, y en caso de llegar a suceder permitiría el escape del biogás y la entrada de oxígeno al contenedor echando a perder el proceso de descomposición a la vez que puede ser un riesgo. Se considera que el tubo debe estar sumergido en agua entre 8 y 13 cm por seguridad.
2. Revisión de tuberías: Es común que se condense agua dentro de las tuberías de gas, impidiendo el flujo normal de este, por lo tanto es importante realizar una revisión y limpieza de las mismas de manera constante.
3. Revisión de cubierta: Es necesario revisar que la cubierta se encuentre en buen estado y no permita el paso de la radiación solar afectando así al biodigestor

4. Revisión y limpieza de entrada de desechos: Es importante revisar que el estiércol que ingresa no arrastre ramas o piedras ya que pueden dañar la membrana.
5. Revisar el cerco: A fin de evitar el ingreso de animales o niños es importante asegurar el ingreso al biodigestor.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1. Antecedentes

En Bolivia se desarrolla un plan nacional de biodigestores , el cual está dirigido por tres personas que son, Jaime Martí Herrero, especialista en biodigestores, Fernando Acosta Bedoya, especialista en bioenergía, Liliana Gonzales, asesora medio ambiente y cambio climático.

Este proyecto tiene como objetivo que la gente del sector rural deje de cocinar sus alimentos con leña y empiece a utilizar biogás, y que el biol se lo utilice para fertilizar sus cultivos, aprovechando las bondades de un biodigestor tipo salchicha, se implementó este proyecto en sectores de La Paz, Cochapamba y Santa Cruz teniendo como objetivo instalar más de 175.000 unidades, teniendo un incremento de un 100% en la demanda desde el año 2013 que se inició el proyecto hasta el año 2017.



Figura 21 Modelo biogestor Bolivia

Tomado de: (Beegroup, 2007)

Mientras que en Ecuador se desarrolla un plan de introducción de biodigestores a sistemas agropecuarios, a cargo del Ministerio del Ambiente, mediante este proyecto se pretende crear conciencia ambiental en los productores agrícolas de los beneficios de un biodigestor y los productos derivados que el mismo produce, a pesar que en nuestro país se los viene utilizando desde 1970, la

investigación estuvo a cargo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, con proyectos en las provincias de Chimborazo, Guayas y Manabí.



Figura 22. Biodigestor de geomembrana en granja porcina

Tomado de: (Proyecto Gencape-MAE,2015)

En la actualidad en la provincia del Oro se han implementado más biodigestores, de plástico y de geomembrana, teniendo como temática el uso de baldes en las entradas y salidas, a pesar del incremento del costo de un dispositivo de estos en nuestro país siempre se busca la resistencia a lo largo del tiempo.

Con este proyecto se pretende que el productor ya sea la granja porcina, bovina o avícola tenga un ahorro estimado de 1.197 dólares anuales, evite el uso de combustibles fósiles y teniendo una inversión de 3.600 dólares, que es el costo del equipo que el estado propone

3.2 Ubicación del Proyecto

La finca la Maravilla se encuentra en la provincia de Sucumbíos cuya capital es nueva Loja ubicada al norte del Ecuador. Las principales actividades económicas más importantes de la provincia son la extracción petrolera, la

agricultura y el comercio con Colombia mediante intercambio de autos, ropa y alimentos durante todo el año.

En el Ecuador la fundación de poblados o ciudades ha estado relacionado con el desarrollo de actividades económicas, es así que a mediados del siglo XX, el lugar era habitado por misioneros, caucheros e indios; no obstante en los años 60, gracias al boom petrolero del país se formó un poblado, y con ello la llegada de muchos colonos, liderados por el lojano Jorge Enrique Añazco Castillo, para el 13 de febrero de 1989 se crea la Provincia de Sucumbíos.

Gonzalo Pizarro es un cantón que pertenece a la provincia de Sucumbíos, su cabecera cantonal es Lumbaqui, posee un área de 2.223 km² en ella habitan 8.600 personas y goza de diversos micro climas ya que su altura va de los 800 a los 3600 m.s.n.m y dentro de este cantón se encuentra el volcán Reventador actualmente en actividad, el cual posee 16 erupciones registradas desde 1929, su gran actividad se debe a la convergencia entre la cordillera y la placa amazónica, es por este motivo que es un atractivo turístico de la zona.



Figura 23. Volcán El Reventador

Tomado de:(GAD Municipal cantón Gonzalo Pizarro,2017)

El Recinto Amazonas se caracteriza especialmente por sus cualidades turísticas y agropecuarias ya que en este recinto existen numerosos balnearios entre ellos los más importantes son: la Unión, los Manantiales, en donde la cascada de la Libertad es una de las más importantes.



Figura 24. Balneario Los Manantiales

Tomado de:(GAD Municipal cantón Gonzalo Pizarro,2017)

Sus pobladores también se dedican a la ganadería ya que por su altitud es uno de los mejores lugares dentro de la provincia de Sucumbíos para realizar estas prácticas.

3.2 Descripción de la finca:

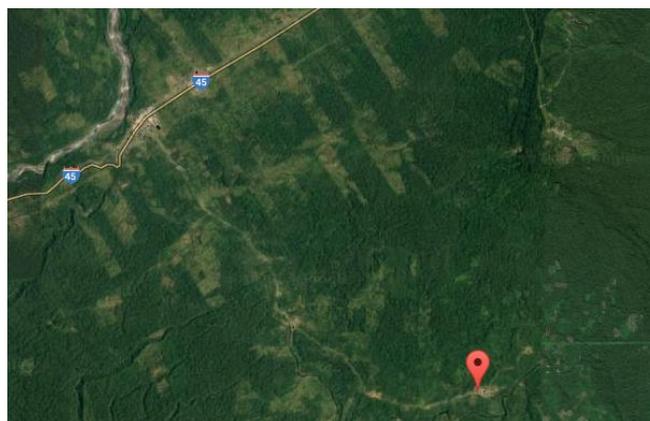


Figura 25. Ubicación finca

Tomado de: Google Earth

La finca la maravilla está ubicada en el km 64 de la vía Lago Agrio-Quito, ingresando por el carretero de segundo orden que conduce a la comuna Dashino, a 3km, la finca se encuentra ubicada a 700 mts sobre el nivel del mar y goza de clima cálido húmedo.

Por la finca atraviesan dos ríos, siendo el más importante el río Shutiyacu en cual se caracteriza por sus cristalinas aguas e innumerables cascadas.



Figura 26. Río Shutiyacu

La finca La Maravilla se centra en la crianza de animales bovinos tipo leche y en la producción de la misma. Trabajando fundamentalmente con razas doble propósito como es el Gyr.



Figura 27. Ganado raza Gyr

3.3 Viabilidad técnica

3.3.1 Disponibilidad de materiales

Dentro del cantón Gonzalo Pizarro existe la “Ferretería Prado” en donde se pueden conseguir la mayoría de materiales, no obstante elementos más específicos como la geomembrana, o válvulas es necesario acudir a Lago Agrio, donde se cuenta con locales comerciales como Román Hermanos Cia Ltda, Ferro lighth o Ferretería Anny.

Geomembrana

Puede considerarse el principal elemento del biodigestor, por cuanto es en su interior donde se realizan los procesos de obtención de biogás, es una lámina termo sellada de PVC con una protección UV de 1000 micras y una capacidad de carga de 20.000 lt (Acuña, 2015).

Válvulas

Para el proceso de traspaso de biogás de la membrana hacia el exterior o el ingreso de material orgánico al biodigestor se emplean válvulas de paso diseñadas para este fin, este dispositivo está construido en plástico PVC, y consta de un macho y una hembra con rosca, que mediante un sistema de rosca y discos sólidos y de goma sellan el ingreso y salida de del gas.

3.3.2. Disponibilidad de mano de obra

El cantón Gonzalo Pizarro cuenta entre sus pobladores con personas capacitadas en el área de construcción, tales como albañiles, plomeros, electricistas, pintores, carpinteros, por lo tanto la disponibilidad de personas que ejecuten la construcción del biodigestor no es un inconveniente.

3.3.3. Análisis de ubicación del biodigestor

Decidir un lugar adecuado para la colocación, ya que cerca de la cocina, se podría provocar por alguna fuga un incendio, la distancia no es un problema en

el funcionamiento ya que se transporta el gas mediante tubería, en este caso estaría junto al establo

Al estar el biodigestor junto al establo facilita la recolección de los desechos orgánicos producidos por las heces de los animales, también para evitar el derrame y contaminación que los mismos producen, teniendo en cuenta que aumentaría el costo por la tubería conductora del gas hacia la cocina pero también se evitarán desgracias, como incendios dentro de la finca que no cuenta a sus alrededores con equipos de socorro.

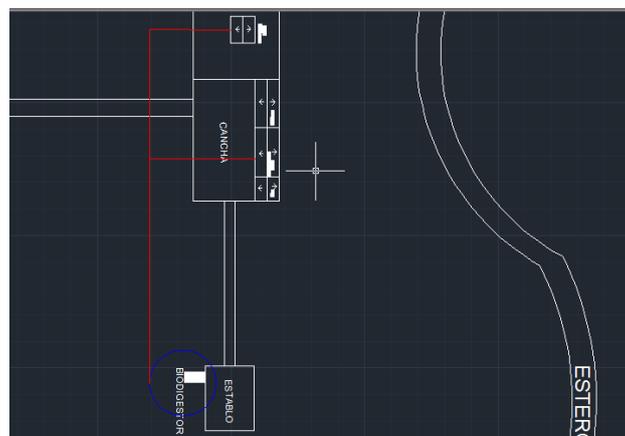


Figura 28. Ubicación del biodigestor

3.3.4. Disponibilidad de materia prima

Se determina que actualmente en la finca “La Maravilla” existen 60 cabezas de ganado, cuyo promedio de producción de estiércol es de 30 kg por día, dando así una producción diaria de 1800 kg de estiércol, de esta cantidad se destina un 20% para abono, siendo desperdiciado el 80% de este material, por lo que se estima usar el 100% de este material orgánico para la producción de biofertilizante y biogás. Por lo tanto a disponibilidad de materia prima se observa que existe suficiente como para abastecer la capacidad del biogestor de 6 m³ (Cedecap, 2001).

3.3.5. Análisis de las dimensiones del biodigestor

Las dimensiones del biodigestor son las mismas aplicadas por (Cedecap, 2001) en su guía de diseño y manual de instalación de un biodigestor, en donde

especifica las medidas más adecuadas para su construcción a fin de garantizar su correcto financiamiento y prolongar su vida útil.

No obstante para la construcción de este tipo de biodigestor se consideró la presencia de pilares de descarga que según (Acuña, 2015), permiten aislar los desechos de entrada y salida del contacto con el suelo, lo que cumple la función de evitar desperdicios, así como la filtración de desechos orgánicos al suelo.

3.4. Viabilidad económica

Para la determinación de la viabilidad económica se consideró los siguientes aspectos:

- Determinación de costos de construcción del biodigestor
- Determinación de rubros de funcionamiento del biodigestor
- Cálculo de rubros de mantenimiento
- Cálculo de volumen de biogás y biofertilizante
- Cálculo de ingresos económicos por venta de biogás y biofertilizante
- Análisis Costo -Beneficio

3.4.1. Costos de construcción del biodigestor

Tabla 8 Presupuesto de construcción

MATERIALES				
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Geomembrana	u	1	640.5	640.5
Pegamento tetrafurano	l	1	35	35
Tubo OVC 6"	u	10	28.4	284
Yee 6"	u	1	16.52	16.52
Kalipega	l	1	15.5	15.5
Pega tubo	l	1	17.3	17.3
Manguera flex 1"	m	100	0.55	55
Válvula 1/2 PVC bola	u	2	1.85	3.7
Abrazadera 1"	u	8	0.6	4.8

Abrazadera 3/4"	u	6	0.75	4.5
Neplo flex 1"	u	6	0.45	2.7
Neplo corrido HG 1/2"	u	1	0.65	0.65
Codo HG 1/2	u	2	0.45	0.9
Válvula 1" bola	u	1	6.8	6.8
Abrazadera 1 1/2"	u	4	1.55	6.2
Cinta invernadero	u	1	8.6	8.6
Codo 6x45	u	4	11.5	46
Codo 6x90	u	2	12.5	25
Adaptador flex macho	u	6	0.75	4.5
Tubo plastidor 1"x6	u	1	14.2	14.2
Tarraja plástica	u	1	6.4	6.4
Unión 1"	u	12	1.3	15.6
Tee 1"	u	2	1.7	3.4
Tapón PVC 6" Macho	u	2	5.2	10.4
Tapón PVC 6" Hembra	u	4	5.4	21.6
Tee 6" PVC	u	1	7.4	7.4
Llave de tubo	u	1	12	12
Tubo 4"PVC	u	1	7.2	7.2
Tapón PVC 4" Hembra	u	4	1.25	5
Abrazadera 6"	u	3	1.95	5.85
Tapón macho 4"	u	2	1.15	2.3
Teflón	u	10	0.8	8
Flexómetro	u	1	4	4
Ladrillos	u	600	0.35	210
Piedra y arena	u	1	190	190
Cemento	u	30	7.95	238.5
Cubierta biodigestor	m2	30	35	1050
EQUIPO				
Excavadora	h	45	30	1350
MANO DE OBRA				
trabajador	u	3	500	1500
TOTAL				5840.02

3.4.2 Determinación de rubros de funcionamiento

Para garantizar el correcto desempeño del biodigestor se calculan los siguientes valores:

Tabla 9. Rubros de funcionamiento

DETALLE	Costo mensual	Costo Anual
Salario operario	100	1200
Consumo agua	20	240
Insumos	10	120
Mantenimiento	15	180
Gastos administrativos	8	96
Total		1836

En la tabla expuesta se muestran los costos de los rubros de funcionamiento, se consideran aquellos valores concernientes con el normal uso y mantenimiento del biodigestor durante el período de un año. Para determinar su valor se cual se consideran los siguientes aspectos:

Operario

Se establece una remuneración de un salario básico unificado de \$386 de donde se calcula 8 horas de trabajo diarias, lo que resulta en 160 horas al mes, dando un valor de \$2,41 por hora, valor que se multiplica por las dos horas diarias que se requiere para operar el biodigestor dando un costo en mano de obra de \$4.82 diarios o un aproximado de \$100 al mes.

Consumo de agua

Para calcular este rubro, es necesario establecer que el consumo de agua que requiere el biodigestor es de 40m³, cantidad que multiplicado por el costo de \$0.49 el m³, da un valor aproximado de \$20 mensuales.

Gastos administrativos

Para el cálculo de gastos administrativos se considera el pago de \$500 dólares mensuales a la persona encargada de llevar las cuentas de la finca, dando un costo de \$3.21 la hora, valor que se multiplica por 2.49 horas dedicadas al mes al registro de ventas de biogás y biofertilizante.

3.4.3. Rubros de mantenimiento

Se considera la utilización de insumos y repuestos para el correcto funcionamiento del biodigestor, para lo cual se ha establecido un valor base de \$10 y \$15 respectivamente para enfrentar cualquier imprevisto, considerando que los fondos no utilizados durante un mes pueden acumularse para arreglos posteriores.

3.4.4. Cálculo de volumen de biogás y biofertilizante

Para el cálculo estimado de producción de biogás y biofertilizante se consideran los datos de producción de estiércol proporcionados por la finca “La Maravilla”, así como los aportes de (Vera, Martínez, Estrada, & Ortiz, 2014, pág. 3) quienes determinan la producción de biogás de los bovinos, mientras que (Acuña, 2015, pág. 34) indica que la producción de biofertilizante de un aproximado de 60 cabezas de ganado son 3 canecas de 20 litros, lo que da un valor de 1 litro de biofertilizante por animal, en base a los datos mencionados se procede a la elaboración de la siguiente tabla:

Tabla 10 Volúmen de biogás y biofertilizante

Número de animales	Animal	Estiércol Kg/día	Producción biogás(m3/día) por animal	Total biogás (m3/día)	Producción biofertilizante (lt /día)	Total Producción biofertilizante (lt/día)
1	Bovino	30	0.6	0.6	1	1
60	Bovino	1800	0.6	36	1	60

3.4.5. Cálculo de ingresos económicos

Una vez calculada la producción diaria de biofertilizante y biogás se puede considerar los precios de venta de mercado para poder estimar los ingresos económicos al año, para este fin es importante anotar que un metro cúbico de biogás equivale a 0.5 Kg de GLP (Biodigestores del Ecuador, 2017) y que el

costo de un cilindro de de gas de 15 Kg es de \$1,60 , por lo tanto al utilizar biogás se puede establecer los siguientes valores:

$\$1,60/15 \text{ Kg}=\$ 0.1066$ costo de un kilo de GLP

Por otra parte para la producción de biofertilizante se observó los aportes de (Acuña, 2015, pág. 33) para una producción de 60 cabezas de ganado, lo cual da un estimado de 60 litros de biofertilizante, lo que equivale a un litro de biofertilizante por bovino, lo cual según el autor tiene un precio de venta de \$0.38

Tabla 11. Ingresos por venta de biogas y fertilizante

Producto	Producción diaria	GLP 1m ³ =0.5kg	Precio venta	Total ventas diarias	Días de producción al año	Ingresos anuales
Biogás	36 m ³	18 kg	\$0.1066	\$1.92	240	\$460.8
Biofertilizante	60 lt	-	\$0.38	\$22.8	240	\$5472
Total ingresos						\$5932.8

3.4.6. Análisis costo- beneficio

3.4.6.1. Valor Actual Neto

Para poder realizar una correlación entre el costo de construcción del biodigestor y los beneficios obtenidos es importante calcular primero el Valor Actual Neto, en donde se prevé los ingresos obtenidos durante los próximos cinco años, y traerlos a valor actual, para poder lograr este fin, se procede a calcular la tasa de rendimiento media (Fernández, 2007)

3.4.6.2. Determinación de tasa de rendimiento media

La tasa de rendimiento media es aquella que calcula en un año la utilidad que se obtiene de la inversión promedio, para lo cual se considera factores como una inflación del 1.8% según proyecciones del Banco Central y una tasa de interés del mercado del 7%, y se la aplica mediante la siguiente fórmula:

$$TRM = (1 + VR) (1 + \text{inflación}) - 1$$

$$TRM = (1 + 7\%) (1 + 1.38\%) - 1$$

$$TRM = 8.48\%$$

Se procede a calcular los flujos de ingresos de los años 2, 3, 4 y 5, en base a una inflación del 5% valores que se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 12. Flujos de ingresos esperados

Flujo esperado de ingresos (5% por incremento de precios en el tiempo)						
Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	(5840)					
Costo operación	0	-1836	-1836	-1836	-1836	-1836
Ingresos	0	5932.8	6229.44	6540.91	6867.95	7211.35
Utilidad		4096.8	4393.44	4704.91	5031.95	5375.35

Una vez calculados los flujos futuros de efectivo por la venta de fertilizante y biogás, se traen estos valores a tiempo presente, mediante el siguiente cálculo:

Valor actual Neto

$$VAN = -5840 + \frac{4096.8}{(1+0,0848)^1} + \frac{4393.44}{(1+0,0848)^2} + \frac{4704.91}{(1+0,0848)^3} + \frac{5031.95}{(1+0,0848)^4} + \frac{5375.35}{(1+0,0848)^5}$$

$$VAN = -5840 + 3776.54867 + 3733.40708 + 3685.54986 + 3633.60413 + 3578.14853$$

$$VAN = 12567.258$$

Los flujos de efectivo de los cinco años de vida del biodigestor representan 12567.26 hoy en día

Indicadores de VAN

VAN > 1	La inversión produce ganancias	El proyecto se debe ejecutar
VAN < 1	La inversión produce	El proyecto no se debe

	pérdidas	ejecutar
VAN=1	No hay pérdidas ni ganancias	El proyecto se debe revisar

Tomado de: (Llanos, 2009)

Es un error común considerar que si el año 1 se tienen una utilidad de \$4096.8, al término de 5 años que es la vida útil del biodigestor se obtengan ganancias por \$23602.45 al sumar los ingresos de los 5 años, no obstante toda evaluación de proyectos exige considerar factores como la inflación y las tasas de interés, es decir, se debe calcular cuánto representa esos \$23602.45 hoy en día, ya que el poder adquisitivo del dinero es variable, pues un dólar hoy en día no tiene el mismo poder de compra en 5 años. Para este fin fueron necesarios la aplicación del Valor actual neto (VAN), que indica que los flujos de efectivo de los cinco años del biodigestor es de \$12567.26.

3.4.6.3. Cálculo del costo de oportunidad

Todo proyecto de inversión pretende generar una ganancia que supere la inversión inicial, para calcular dicho valor se consideran los siguientes aspectos:

Inflación: Se considera la indicada por el Banco Central del Ecuador que es del 1.38%.

Tasa activa: Que es la tasa de mercado promedio cobrada por el sistema financiero, en este caso se tomó una tasa del 7%

Rentabilidad: Es el porcentaje que el inversionista pretende obtener al colocar su dinero en un proyecto, en este caso se pretende un 15% de ganancias

Estos tres valores dan como resultado el costo de oportunidad

Costo de oportunidad= $1.38+7+15$

Costo de oportunidad= 23.38%

3.4.6.4. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de ingresos sean iguales a los flujos de egresos (Fernández, 2007). Es decir es la tasa de rentabilidad del proyecto.

Para poder calcularla se requiere la siguiente ecuación:

$$TIR = Tp + \frac{VAN p}{VAN p - VAN n} * (Tn - Tp)$$

En donde:

Tp= Tasa positiva

Tn= Tasa negativa

VAN p= Valor actual neto positivo

VAN n= Valor actual neto negativo

Para poder determinar esta tasa es importante calcular la tasa negativa y positiva

Tabla 13. Cálculo tasa interna de retorno (TIR)

Tasa	0	1	2	3	4	5	VAN
8.48%	-5840	3776.55	3733.41	3685.54	3633.60	3578.15	12567.26
15%	-5840	3584.34	3342.07	3111.82	2893.6	2687.72	9779.55
30%	-5840	3170.76	2615.32	2154.16	1772.03	1455.98	5328.25
45%	-5840	2842,75	1807.26	1552.40	1144.9	843.9	2351.21
60%	-5840	2576.25	1726.52	1155.44	772.26	515.55	906.02
75%	-5840	2355.42	1443.23	883.06	539.62	329.37	-289.3

Aplicando la fórmula mencionada tenemos que:

$$TIR = Tp + \frac{VAN p}{VAN p - VAN n} * (Tn - Tp)$$

$$TIR = 60 + \frac{906.02}{906.02 - (-289.3)} * (75 - 60)$$

TIR =71.3%

En comparación con la tasa de oportunidad del 23.38% se observa que la tasa interna de retorno es del 71.3%, es decir el proyecto es totalmente viable por cuanto permite recuperar la inversión y obtener utilidades.

Curva de inversión

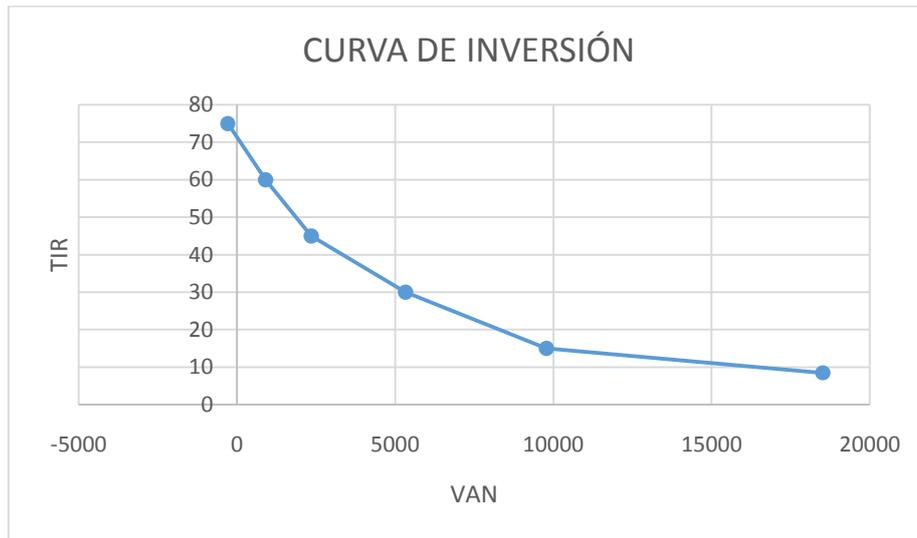


Figura 29. Curva de inversión

Como se puede observar en el gráfico, a partir de una tasa mayor a 71.3% se incurre en pérdidas para el proyecto, no obstante con la tasa actual de 8.48% se obtiene una rentabilidad de \$12567.26 al cabo de cinco años.

3.4.6.5. Índice Neto de Rentabilidad (Costo-Beneficio)

Conocido también como Índice de Costo y beneficio, relaciona estas dos variables para determinar la viabilidad económica de un proyecto, calcula dividiendo los beneficios actuales para los costos actuales, que en el caso del presente proyecto son los siguientes:

Vida útil del biodigestor: 5 años

Costo de construcción: \$5840

Beneficios actuales (VAN): \$12567.26

$$B/C = \frac{12567.25}{5840}$$

$$B/C = 2.15$$

Este valor indica que por cada dólar invertido en la construcción del biodigestor, se obtienen \$2.15 lo que indica la rentabilidad del proyecto.

3.5. Proceso de construcción

1. Se realiza la limpieza del terreno, extrayendo la maleza y la vegetación existente en el lugar, para posteriormente trazar donde se va a colocar el biodigestor (ver Anexo 1 y 2)

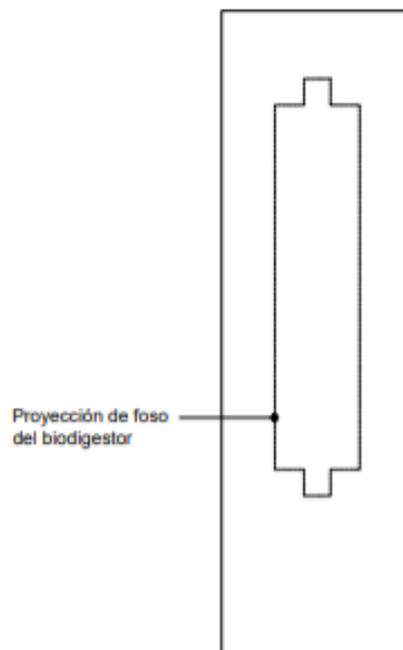


Figura 30. Replanteo del terreno

2. Posteriormente se realiza el replanteo del terreno, en donde se va a realizar la excavación de un metro aproximadamente buscando suelo firme evitando derrumbes sobre la bolsa, teniendo en cuenta que no hayan puntas de raíces o piedras o algo corto punzante de tal forma que la cama sobre la que a reposar el biodigestor esté nivelada. (Ver Anexo 3 y 4)

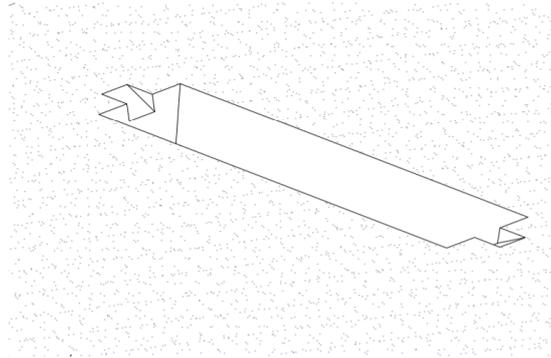


Figura 31. Excavación del terreno

3. Se procede a forrar el fondo y las paredes de excavación con ladrillos a fin de proteger la geomembrana. (Ver anexo 4 y 5)

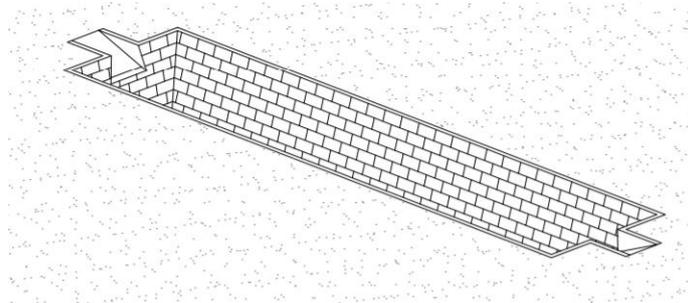


Figura 32 Colocación de ladrillos

4. Se procede a colocar la geomembrana y colocar las tuberías de ingreso y salida, los cuales van a estar sellados con el plástico mediante ligas de hule y hasta la mitad de la bolsa, siempre evitando fugas de gas y agua. (Ver Anexo 7 y 8)

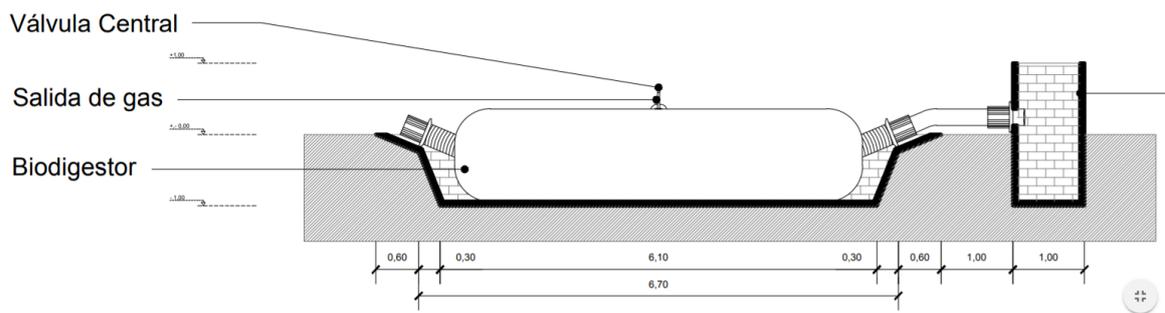


Figura 33. Colocación geomembrana

Colocados los tubos de plástico por donde va a ingresar el estiércol con agua y salir el biol, se instala la válvula de control o de paso, de ahí se coloca una T la cual un extremo va a estar dirigido hacia dónde vamos a llevar el biogás y el otro extremo apuntando al suelo, adherido a este un pedazo de tubo sumergido en una botella plástica de 3 litros, lleno de agua hasta la mitad, el cual va a evitar que cuando el biodigestor se llene de gas explote. (Ver Anexo 9 y 10)

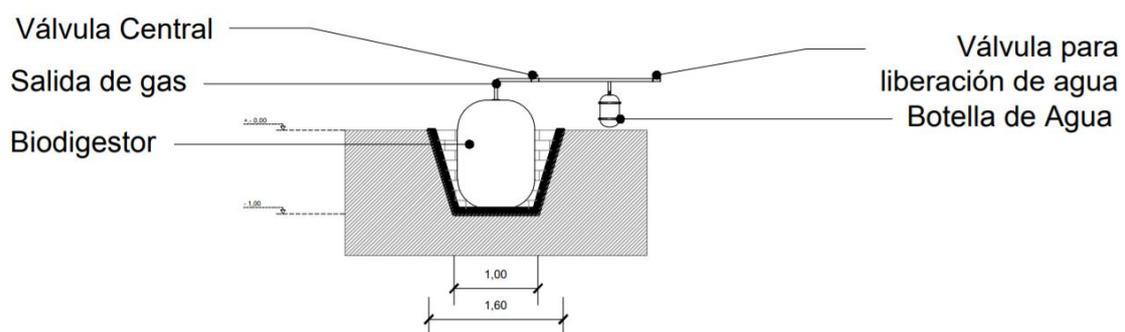


Figura 34. Colocación Válvula

Se debe prever que la bolsa siempre se mantenga con una temperatura de 30 a 60 grados centígrados para optimizar su producción. El Recinto Amazonas en un día soleado se llega a esa temperatura por tal motivo se colocará un techo de una agua con una inclinación de un 20%.

8. Se adapta la tubería que transportará el gas a la cocina. (Ver anexo 11)

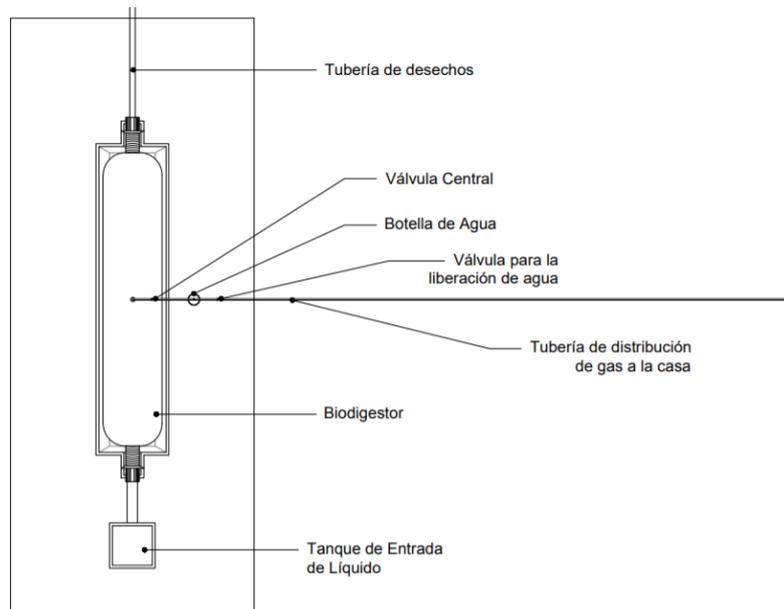


Figura 35. Adaptación tuberías de gas

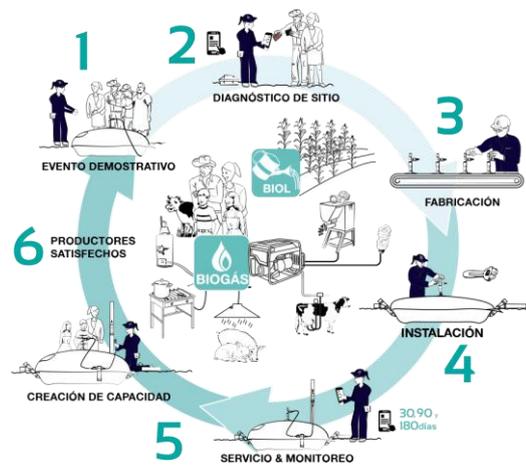


Figura 36. Etapas constructivas biodigestor

Tomado de:(Biobolsa, 2010)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

La finca la Esperanza produce cerca de 1800 kg de estiércol al día, los cuales no son aprovechados, razón por la cual la implantación de biodigestor pretende utilizar estos recursos y contribuir a la generación de ingresos económicos.

El diseño e implementación de un biodigestor sugiere una inversión de \$5840 en base a los requerimientos de materiales y mano de obra calificada.

La implementación de un biodigestor es totalmente viable por cuanto presenta un índice de costo-beneficio de 2,15 lo que indica la rentabilidad del proyecto.

La evaluación de funcionamiento del biodigestor se realizará una vez ejecutado el proyecto.

5.2.- Recomendaciones

Se recomienda replicar el proyecto en las comunidades vecinas en base a las experiencias obtenidas a fin de generalizar los beneficios a nivel social.

Se recomienda realizar talleres de capacitación a los trabajadores a fin de que comprendan el proceso de formación de biogás y puedan contribuir al cuidado del biodigestor

Realizar evaluaciones periódicas del biodigestor a fin de garantizar su correcto funcionamiento y alargar su vida útil.

Evitar el ingreso de animales, niños o cualquier persona no autorizada que pueda comprometer la seguridad del biodigestor

Sujetarse a las normas de seguridad pertinentes a fin de minimizar afectaciones a la salud del personal que realice actividades en el biodigestor.

Referencias

- Acuña, J. (2015). *Diseño e implementación de un biodigestor para el tratamiento de excretas del ganado bovino CADET-Tumbaco*. Quito.
- AFP. (2009). *Desastre Ecológico sin precedentes en Niagara Falls*. AFP.
- Aguilar, J. (2003). *El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la Tierra*. Madrid: Real Academia de Medicina de España.
- Alcaraz, F. J. (2013). *Análisis de las prácticas de responsabilidad social en gobiernos locales: un estudio empírico*. Granada: Universidad de Granada.
- Alegre, N. (2011). Reacción celular ante la radiación. *Radiobiología*, 3.
- amanco.com. (2011). Obtenido de <http://www.amanco.com.hn/phocadownload/Biodigestor-vertical.pdf>
- Arce, J. (2011). *Diseño de un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del litoral*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Arce, J. (2011). *Diseño de un biodigestor para la producción de biogas y abono a partir de desechos orgánicos de animales, aplicable en las zonas agrarias del litoral*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1593/15/UPS-GT000209.pdf>
- Barros, V. (2005). *Cambio climático global*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Biodigestores del Ecuador. (2017). *Catálogo de biodigestores para la región sierra*. Obtenido de http://www.biodigestoresecuador.com/assets/catalogos/catalogo_sierra.pdf

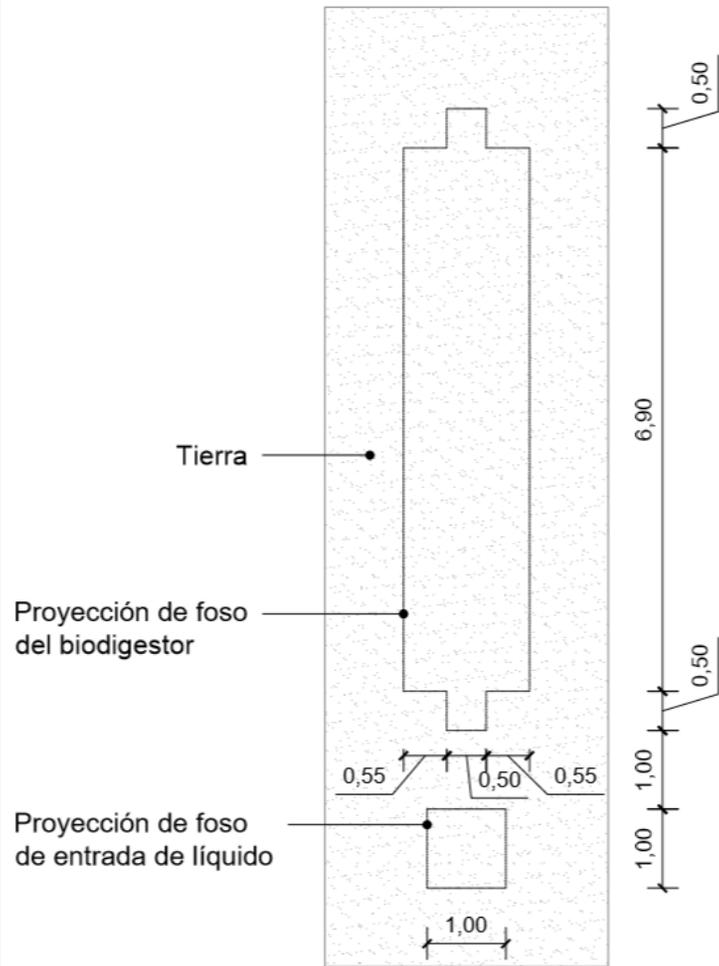
- Bioenciclopedia. (2011). Obtenido de https://www.google.com.ec/search?q=contaminaci%C3%B3n+h%C3%ADbri da&dcr=0&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiSjrj4753YAhXBQ d8KHYNnAWwQ_AUICigB&biw=1062&bih=690#imgrc=F2TXb-6LRGJr4M:
- Cajiga, J. F. (2013). *El Concepto de Responsabilidad Social Empresarial*. Obtenido de http://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto_esr.pdf.
- Cedecap. (2001). *Manual de instalación de un biogestor familiar tipo smanga para zonas alto andinas*. Obtenido de http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/101bib_arch.pdf
- CEMEFI.org. (2011). Obtenido de http://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto_esr.pdf
- Congreso de los diputados. (2006). Obtenido de http://observatoriorsc.org/wpcontent/uploads/2013/07/subcomision_rsc_libro-blanco_informe.pdf.
- Contaminación ambiental.net. (2013). Obtenido de https://www.google.com.ec/search?q=contaminaci%C3%B3n+h%C3%ADbri da&dcr=0&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiSjrj4753YAhXBQ d8KHYNnAWwQ_AUICigB&biw=1062&bih=690#imgrc=F2TXb-6LRGJr4M:
- Elizondo, D. (2005). *El biodigestor*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/brochure-biodigestor.pdf
- energizar.org. (2015). Obtenido de http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_biodigestor_que_es.html
- FAC. (2011). *Beneficios en el uso de biodigestores*. Obtenido de <http://www.produccion-animal.com.ar/Biodigestores/15-beneficios.pdf>
- Fernández, S. (2007). *Los proyectos de inversión, evaluación financiera*. Costa Rica: Editorial de Costa Rica.

- Kramer, F. (2003). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Madrid: Catarata.
- Llanos, M. (2009). *Evaluación empresarial*. Obtenido de <https://proyectosinversion.files.wordpress.com/2009/06/estudio-de-evaluacion1.pdf>
- Manahan, S. (2007). *Introducción a la química ambiental*. México: Reverté.
- Martí, J. (2008). *Biodigestores familiares*. La Paz: GTZ .energía Bolivia.
- Merino, L. (2011). *Las energías Renovables*. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
- Molina, M., Sarukhan, J., & Carabias, J. (2017). *El cambio climático, causas, efectos y soluciones*. México: Fondo de cultura económica.
- Ramírez, C. (2014). *La contaminación*. Wordpress.
- Santoro, G. (2015). Obtenido de <https://es.slideshare.net/gordillosantoro/contaminacin-electromagntica-7549466>
- Silva, S., & Correa, F. (junio de 2009). *Análisis de la contaminación del suelo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-63462009000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Torres, J., & Ochoa, M. (2007). Criterios tecnoambientales para el análisis del riesgo por contaminación electromagnética. *Laguna Azul*, 6.
- Vera, I., Martínez, J., Estrada, M., & Ortiz, A. (2014). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 3.

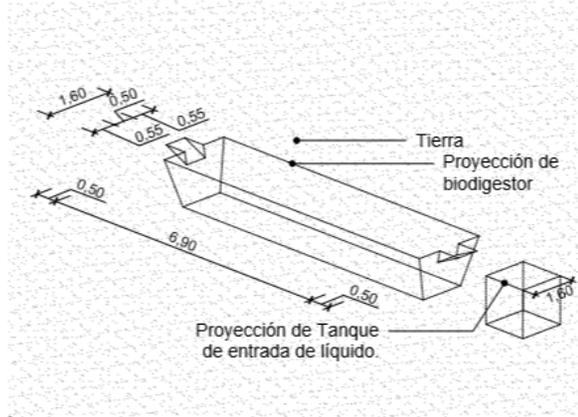
ANEXOS

Anexo 1.Lámina 1-11 Replanteo terreno

PASO 1 REPLANTEO DE TERRENO



PLANTA REPLANTEO
ESC: 1/50



VISTA ISOMÉTRICA
Sin Escala

Proceso Constructivo:

1. Ubicación del terreno.
2. Limpieza del terreno.
3. Nivelación del terreno.
4. Trazado de los fosos.



Tema: IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

Contenido: PLANTA REPLANTEO VISTA ISOMÉTRICA

Alumno: HERNÁN MACAS

Profesor Guía: ARO. PATRICIO HERRERA D.

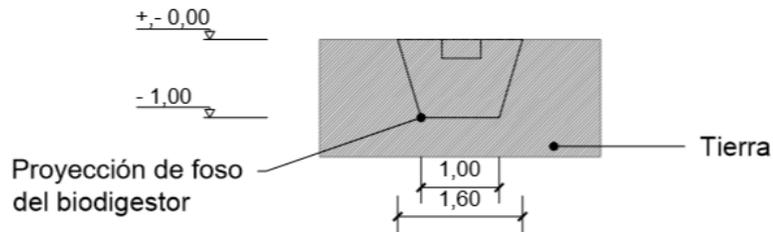
Fecha: MARZO 2018

Caja: 1/50

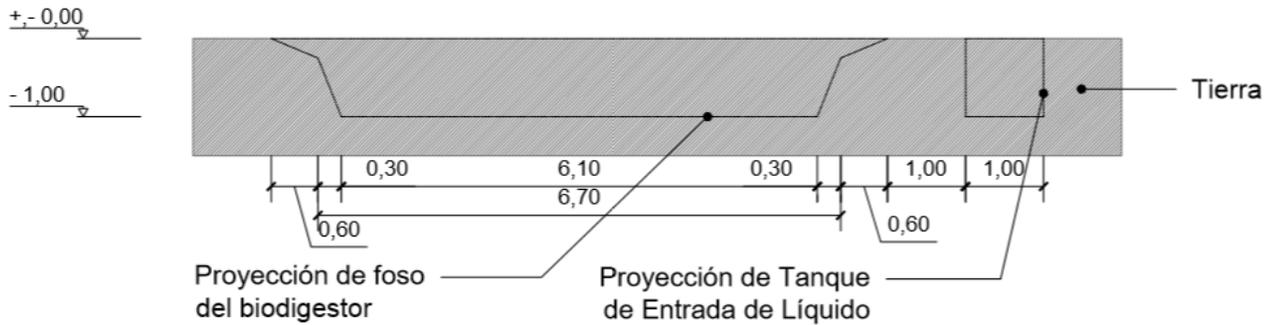
Año: 1/11

Anexo 2 Lámina 2-11 Replanteo Terreno

PASO 1 REPLANTEO DE TERRENO



CORTE TRANSVERSAL REPLANTEO
ESC: 1/50



CORTE LONGITUDINAL REPLANTEO
ESC: 1/50

Proceso Constructivo:

1. Ubicación del terreno.
2. Limpieza del terreno.
3. Nivelación del terreno.
4. Trazado de los fosos.



Tema: IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

Contenido: CORTES

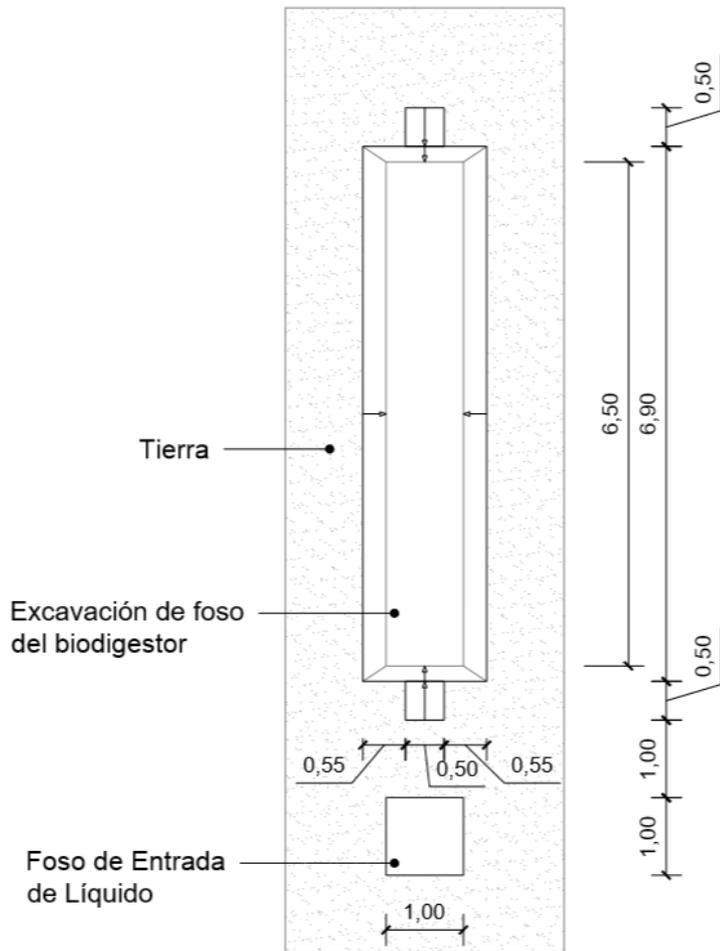
Alumno: HERNÁN MACAS

Profesor Guía: ARQ. PATRICIO HERRERA D.

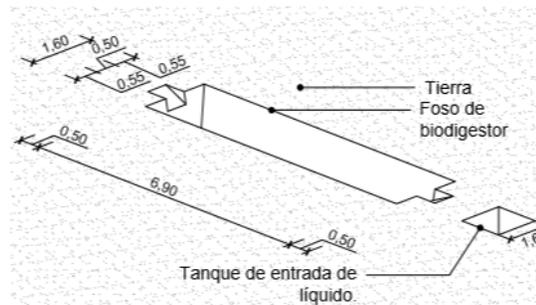
Fecha: MARZO 2018 Cotas: 1/50 Lámina: 2/11

Anexo 3. Lámina 3-11 Excavación

PASO 2 EXCAVACIÓN



PLANTA EXCAVACIÓN
ESC: 1/50



VISTA ISOMÉTRICA
Sin Escala

Proceso Constructivo:

1. Una vez delimitado el espacio a intervenir, excavar el foso de dimensiones 6,90X1,60m con 1,00 m de profundidad.
2. Excavar el foso del tanque de entrada de líquido, de 1,00X1,00X1,00m.



Tema: IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

Contenido: PLANTA Y VISTA ISOMÉTRICA

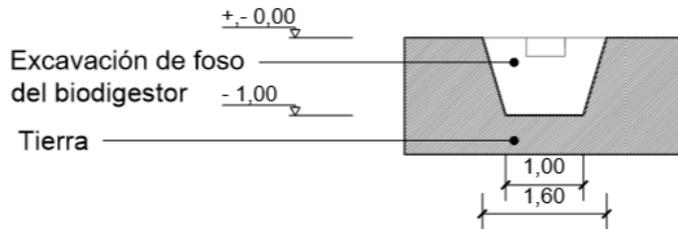
Alumno: HERNÁN MACAS

Profesor Guía: ARO. PATRICIO HERRERA D.

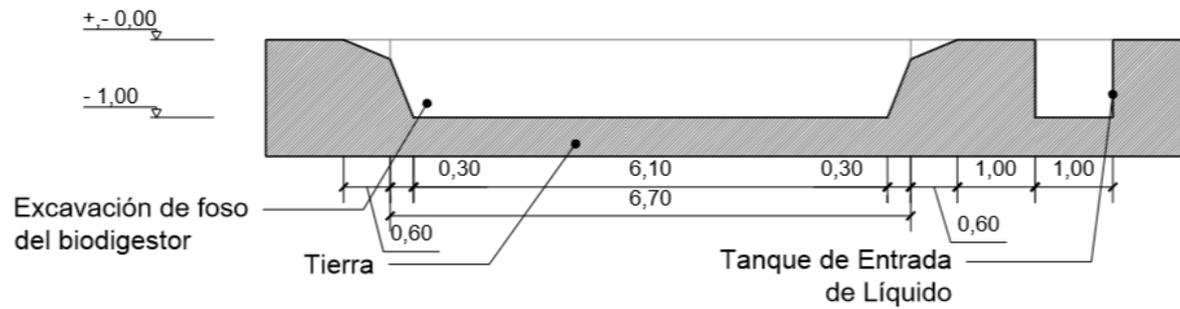
Fecha	Clase	Año
MARZO 2018	1/50	3/11

Anexo 4. Lámina 4-11 Excavación

PASO 2 EXCAVACIÓN



CORTE TRANSVERSAL EXCAVACIÓN
ESC: 1/50



CORTE LONGITUDINAL EXCAVACIÓN
ESC: 1/50

Proceso Constructivo:

3. La parte interna del foso del biodigestor tiene las siguientes dimensiones 6,10X1,00m.



Tema: IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

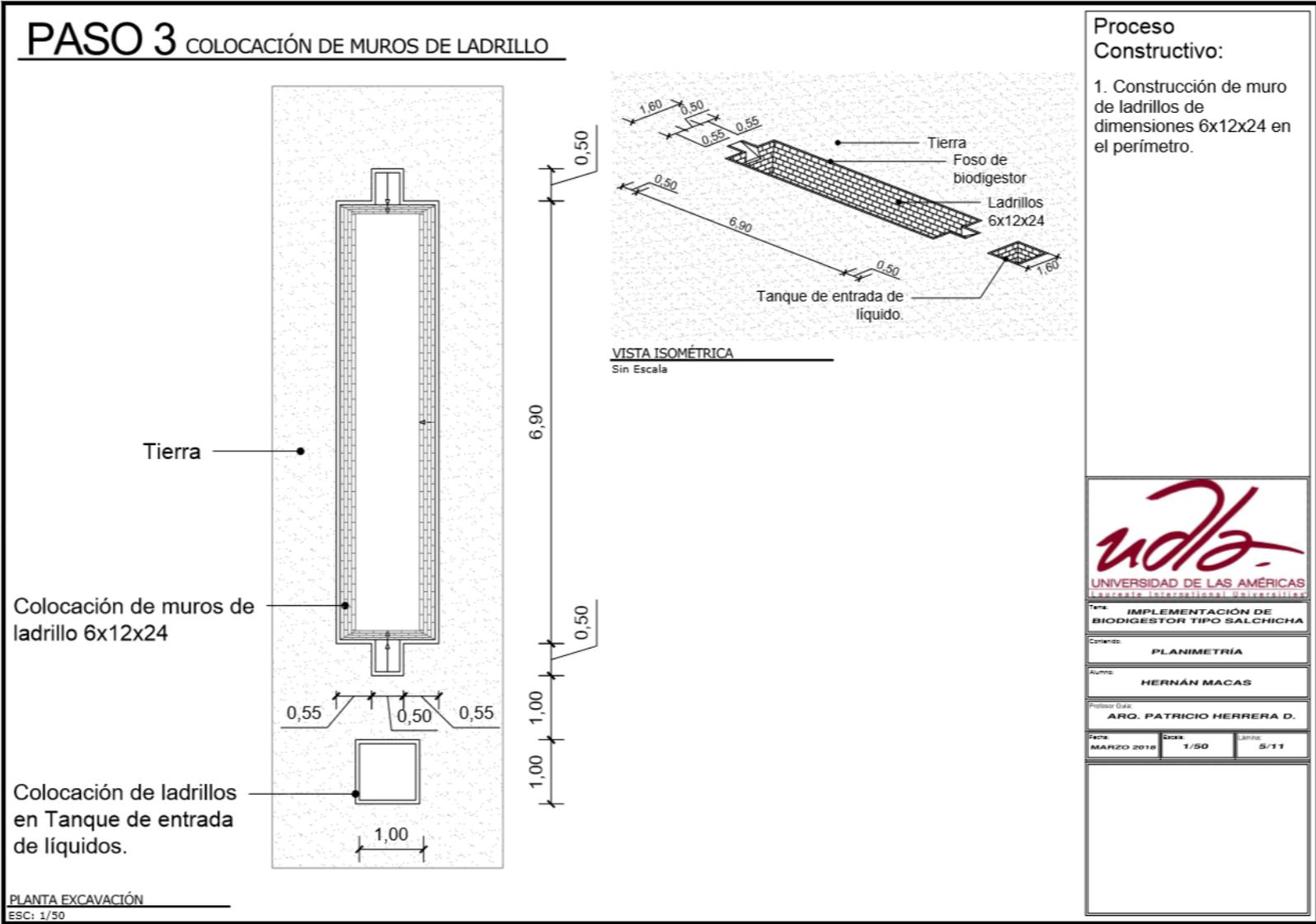
Contenido: CORTES

Alumno: HERNÁN MACAS

Profesor Guía: ARO. PATRICIO HERRERA D.

Fecha: MARZO 2018 Escala: 1/50 Lámina: 4/11

Anexo 5. Lámina 5-11 Colocación de muros



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Universidad Internacional de las Américas

Tema: **IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA**

Conando: **PLANIMETRIA**

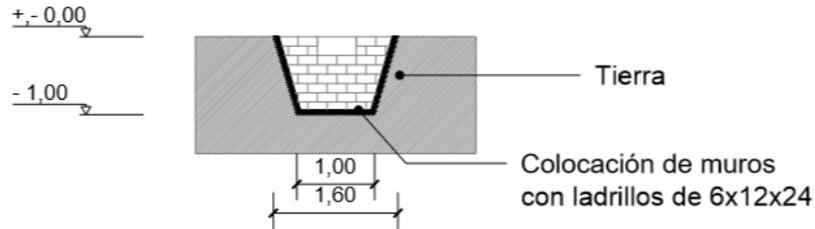
Alumno: **HERNÁN MACAS**

Profesor Guía: **ARG. PATRICIO HERRERA D.**

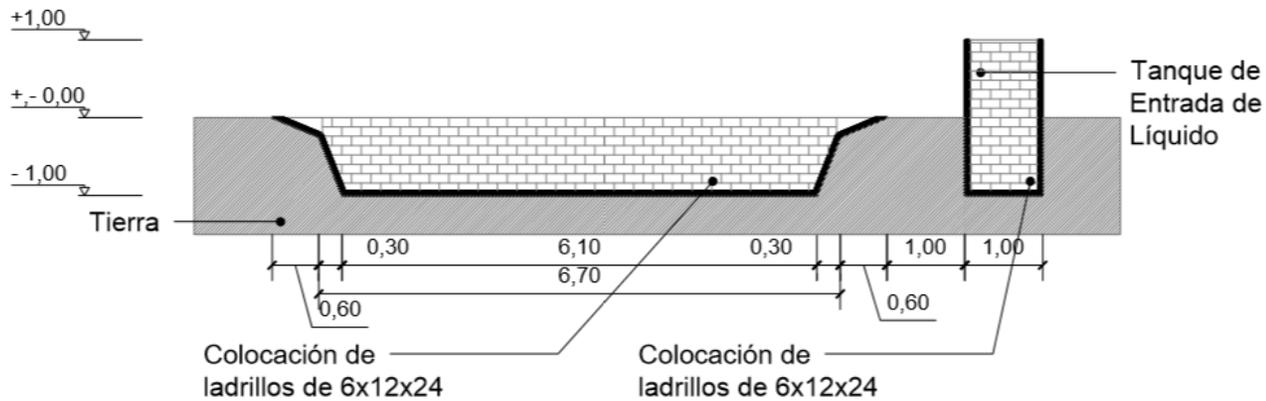
Fecha: MARZO 2018	Cuadro: 1/50	Lámina: 5/11
--------------------------	---------------------	---------------------

Anexo 6. Lámina 6-11 Colocación de muros

PASO 3 COLOCACIÓN DE MUROS DE LADRILLO



CORTE TRANSVERSAL COLOCACIÓN DE MUROS DE LADRILLO
ESC: 1/50



CORTE LONGITUDINAL COLOCACIÓN DE MUROS DE LADRILLO
ESC: 1/50

Proceso Constructivo:

1. Construcción de muro de ladrillos de dimensiones 6x12x24 en el perímetro.



TÍTULO IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

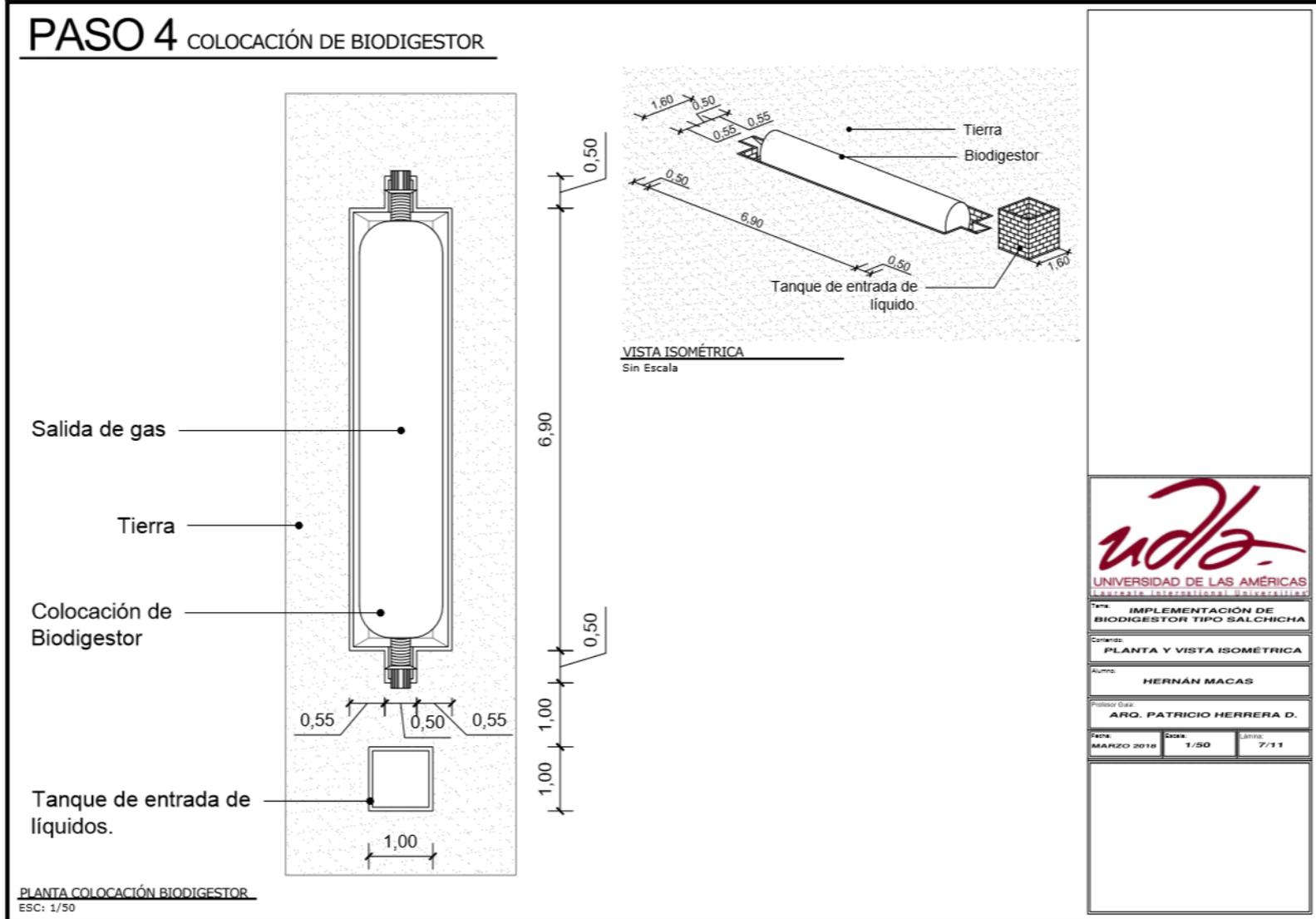
Contenido: PLANIMETRÍA

Alumno: HERNÁN MACAS

Profesor Guía: ARQ. PATRICIO HERRERA D.

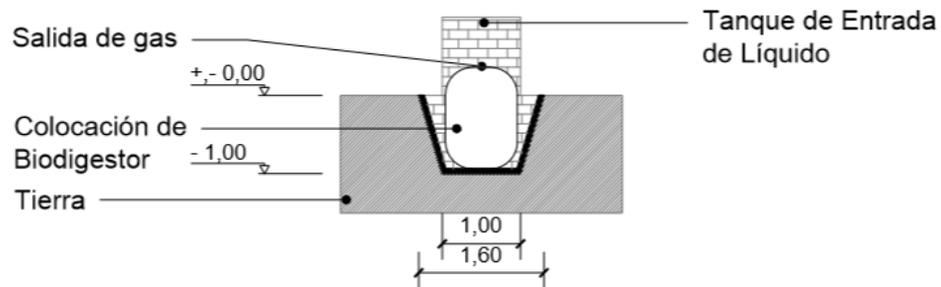
FECHA: MARZO 2018 DISEÑO: 1/50 LÁMINA: 6/11

Anexo 7. Lámina 7-11 Colocación biodigestor

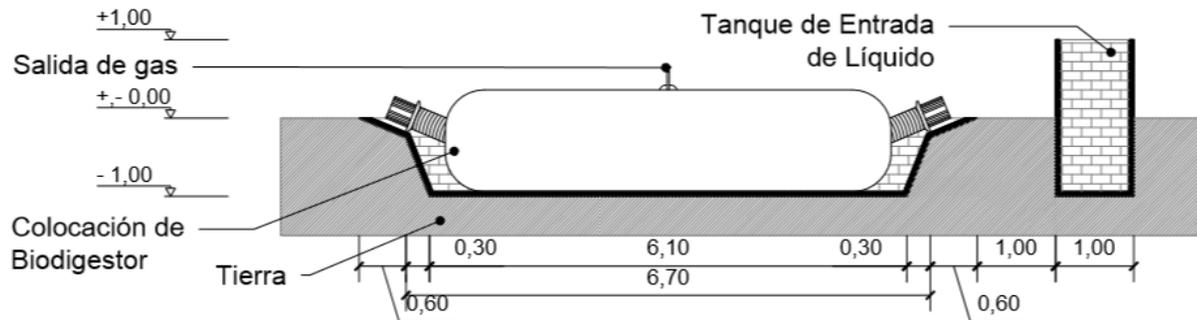


Anexo 8. Lámina 8-11 Colocación biodigestor

PASO 4 COLOCACIÓN DE BIODIGESTOR



CORTE TRANSVERSAL COLOCACIÓN DE BIODIGESTOR
ESC: 1/50



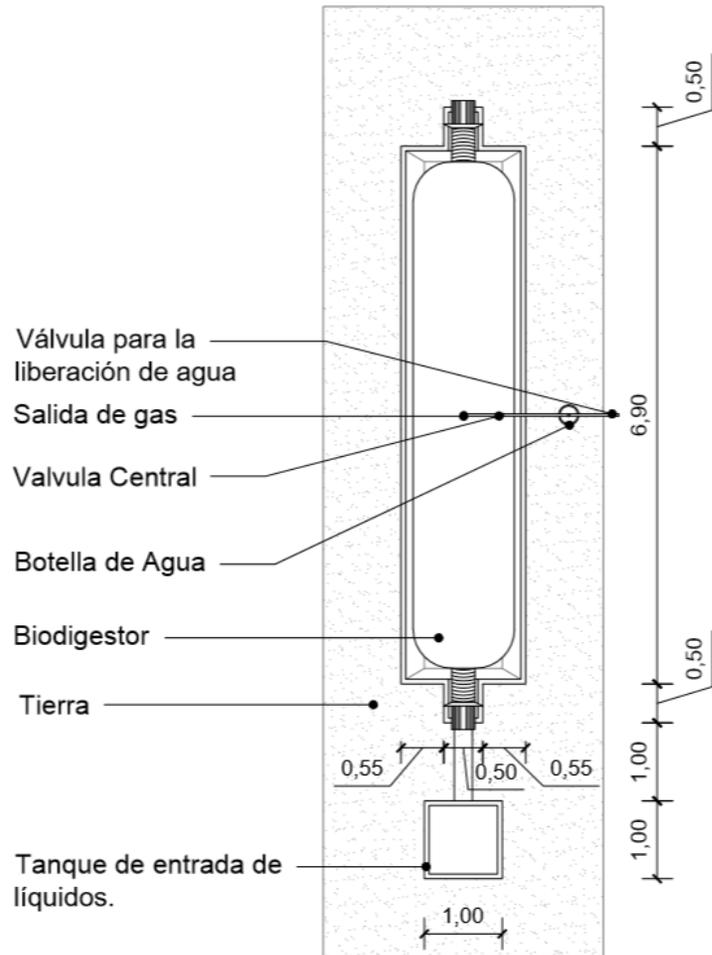
CORTE LONGITUDINAL COLOCACIÓN DE BIODIGESTOR
ESC: 1/50



Tema:	IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA		
Contenido:	PLANIMETRÍA		
Alumno:	HERNÁN MACAS		
Profesor Guía:	ARQ. PATRICIO HERRERA D.		
Fecha:	Ciclo:	Lámina:	
MARZO 2018	1,50	8/11	

Anexo 9. Lámina 9-11 Conexiones

PASO 5 CONEXIONES



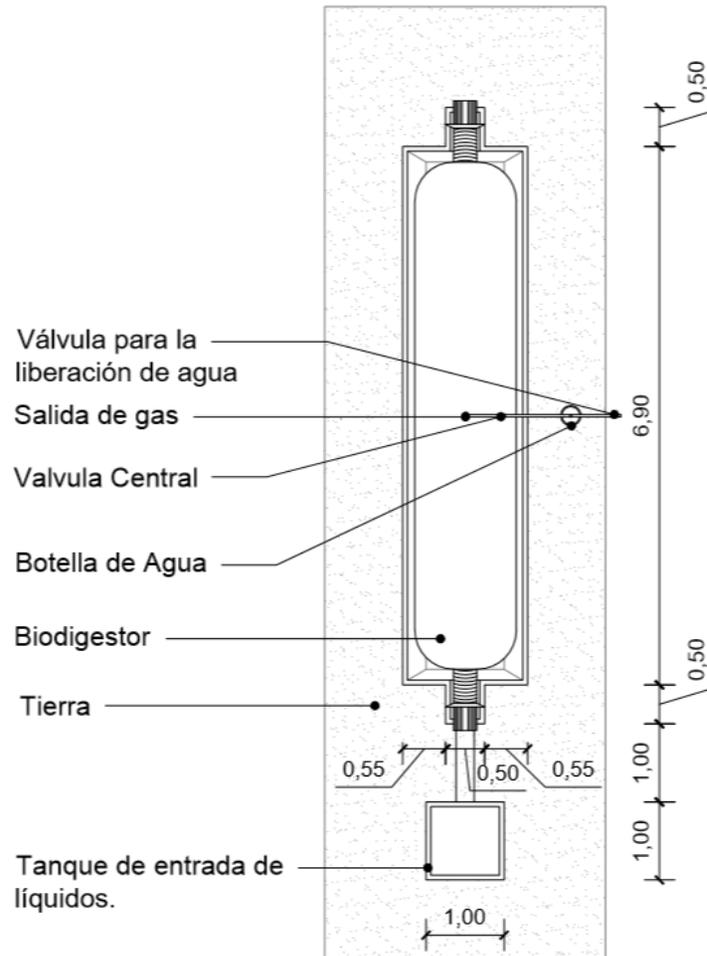
PLANTA CONEXIONES
ESC: 1/50



Tema: IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA		
Contenido: PLANTA		
Alumno: HERNÁN MACAS		
Profesor Guía: ARO. PATRICIO HERRERA D.		
Fecha: MARZO 2018	Cases: 1/50	Lámina: 9/11

Anexo 10. Lámina 10-11 Conexiones

PASO 5 CONEXIONES



PLANTA CONEXIONES
ESC: 1/50



Título: IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

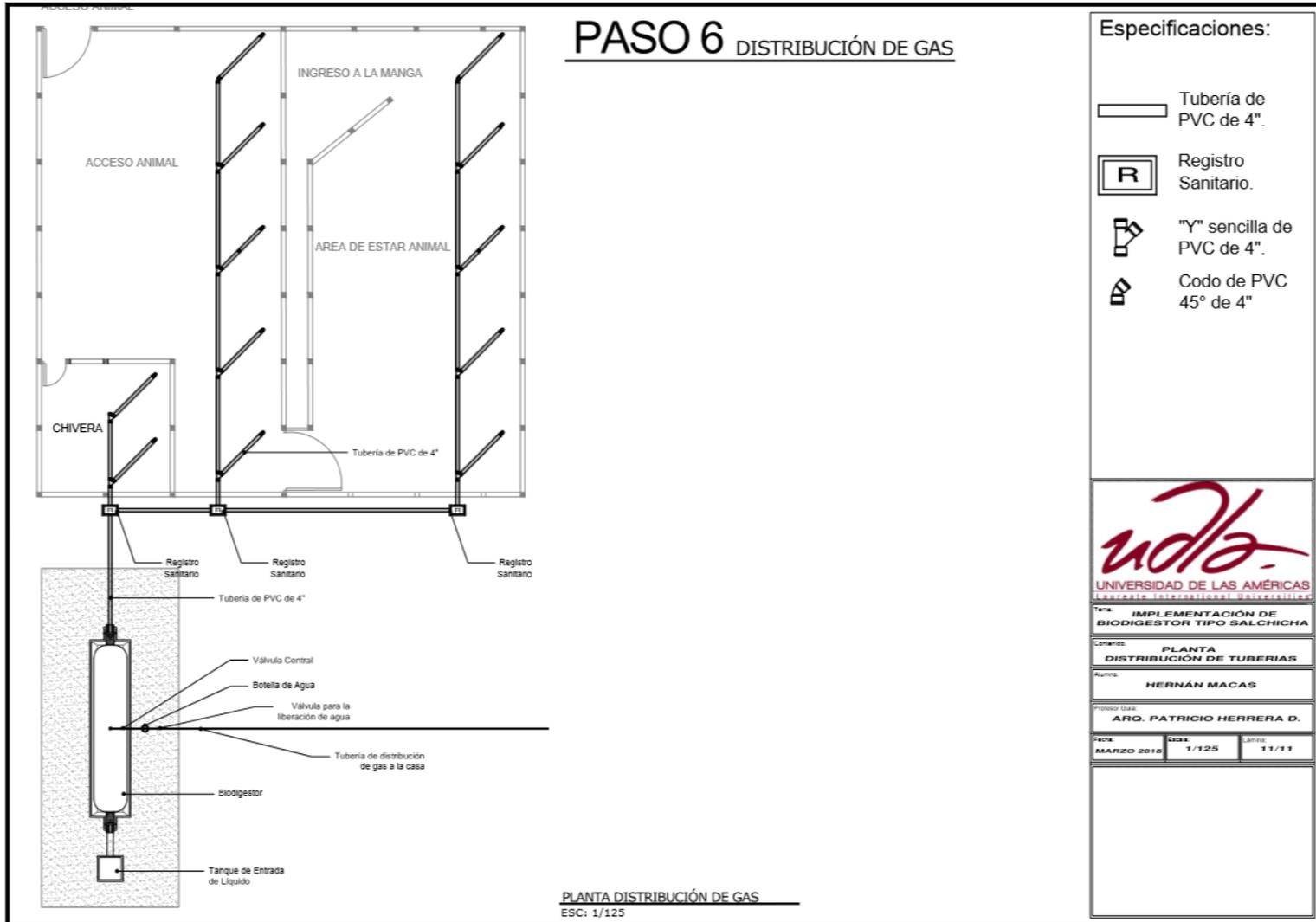
Contenido: PLANTA

Autores: HERNÁN MACAS

Profesor Guía: ARQ. PATRICIO HERRERA D.

FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
MARZO 2018	1/50	9/11

Anexo 11. Lámina 11-11 Distribución de gas



Anexo 12. Detalle unión geomembrana-válvula

