

Universidad Acción Pro Educación y Cultura

-UNAPEC-



DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA

ESCUELA DE INGENIERÍA

Proyecto de Trabajo de Grado para optar por el título de:

Ingeniero Eléctrico

**“TRATAMIENTO Y MANEJO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DEL
MATADERO MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL PARA LA PRODUCCIÓN DE
BIOGÁS Y LIMPIEZA DE SUS AGUAS NEGRAS”**

SUSTENTANTES:

BR. CARLOS NOEL REYES SÁNCHEZ	2005-0224
BR. DANIEL ANTONIO ABREU RAMÍREZ	2005-1439
BR. RAYNEL SOLANO CABRERA	2009-0854

ASESOR:

DR. WILLIAM E. CAMILO, PHD.

SANTO DOMINGO, REP. DOM.

Julio, 2013

Los conceptos emitidos en el presente trabajo son de la responsabilidad de sus sustentantes.

RESUMEN

Los Mataderos de la República Dominicana hoy día podrían ser tabla de salvación para el abastecimiento de un combustible de origen natural como el biogás, a producirse a partir de la digestión de las excretas extraídas de los animales sacrificados en los mismos. Así, se resuelve el problema de la degradación medioambiental que supone la liberación al subsuelo y los ríos de dichas excretas en condición virgen, y se potencia la producción de biocombustibles.

Este proyecto pretende servir de modelo, como nicho de negocio, como elemento de importancia nacional, pues serviría para modificar su matriz energética, mediante el uso del biogás como recurso para cocinar alimentos, alimentar calderas de vapor, suplir a plantas eléctricas, el uso vehicular, sustituyendo gran parte del Diesel necesario para dichos fines, economizando gran cantidad de divisas en dólares destinadas a la compra e importación de los derivados del petróleo.

Se ha determinado una propuesta de diseño de biodigestor con capacidad volumétrica de 843mts^3 donde se almacenaría el equivalente a 147.29mts^3 de biogás por mes. Si se considera un precio por galón de gasoil de RD\$203.50, se obtiene un monto total de ahorro de RD\$4,757.77 que representarían 23.38 galones de gasoil por mes.

Adicionalmente, se propone un sistema para la limpieza de las aguas residuales de dicho matadero, las cuales son drenadas hasta la planta de tratamiento de la localidad. Este sistema describe dos procesos: producción de biogás y limpieza de desechos. La limpieza contribuirá a aprovechar las aguas residuales sometiénolas en un proceso de filtrado a través de filtros de arena y vermifiltros en donde quedarían eliminados los desechos sólidos.

DEDICATORIA

A Dios

Quien me acompaña en cada momento de mi vida y me da las fuerzas para seguir. Por el amor, que a través de tu hijo Jesús, y la fuerza de tu Espíritu, hacen posible este sueño.

A mi madre

Senobia Sánchez, quien con todo su amor, cariño, entrega, esfuerzo y alentadoras palabras, Dios se sirvió de ella para que esta meta pudiese ser alcanzada.

A mi padre

Carlos Rafael Reyes, a quien siempre reconocí por su esfuerzo, entrega y sacrificio. Esto es especial para ti.

A mi hermana

De quien no sólo recibí su amor y cariño sino su apoyo incondicional. Este reconocimiento es para ti, Rafaeliza.

A todos mis amigos, en especial a

Juan Carlos Frías y Dickson Jiménez, entre tantos considero personas admirables y emulables. ¡Animo!, amigos, este trofeo también lo dedico a ustedes.

A mis compañeros de ITESA

Con ustedes inicié el camino de amar una profesión y hoy, lo que antes fue un sueño hoy se perfila una realidad.

Carlos Noel Reyes Sánchez.

DEDICATORIA

A mis Padres

Sra. Ramona Ramírez García, por brindarme amor en todo momento, por su abnegación y sacrificio para educarme con actitud dirigida al estudio y así llegar a ser un profesional. Por inducirme a conseguir mi superación intelectual social, inyectando en mí un estado moral invariante; por estar siempre presente a la hora cuando necesité tú ayuda y dedicar toda su vida al bienestar y a la educación de sus hijos.

Sr. Pedro A. Abreu Díaz, por el continuo esfuerzo que has ejecutado para dar a tus hijos una buena educación y lo que no pudiste tener. Enseñándome que la dedicación, la integridad y la honradez me ayudarían a progresar. Por despertar en mi habilidades que hicieron direccionarme a ser profesional.

A mis Hermanos

Joel e Israel por compartir actitudes que siempre me indujeron a competir por alcanzar mis metas.

A mis Amigos

Ronald, Melquiades y José Roberto porque siempre estuvieron presentes para brindarme apoyo y consentimiento a la hora de tomar decisiones relevantes en mi vida. Por orientarme en situaciones tediosas de las que pude salir airoso.

A mí adorada novia

Dariana R. Feliz Fernández, por darme todo el amor y cariño incondicional que una persona puede recibir. Por creer en mí siempre y ser mi sostén en los momentos más difíciles por supuesto por alentarme para continuar mi arduo camino, cuando parecía que me iba a rendir.

Daniel A. Abreu Ramírez

DEDICATORIA

A Dios.

Este trabajo de grado se lo dedico, en primer lugar, a Dios quien guía cada decisión que tomo e ilumina mi camino y me permitió llegar hasta aquí. Por haberme dado fuerzas en los momentos más difíciles de la carrera. Ha sido a través de su palabra donde he aprendido a no perder la dignidad ni a desfallecer en el intento.

A mi familia

A mis padres **Carlos Solano** y **Eudalia Cabrera** por su amor, comprensión, ayuda y ese gran apoyo incondicional que me han ofrecido a través de los años. Por inculcarme principios y valores que hoy en día hacen de mí quien soy y ofrecerme esa inmensa ayuda económica para poder realizar mis estudios depositando en mí la confianza a cada paso que doy.

A mis hermanas, **Kirssy Solano C.** y **Gilda Solano C.**, por estar siempre presente. Por sus atenciones y apoyo incondicional. Porque al igual que mis padres me han enseñado a diferenciar lo bueno de lo malo y me brindaron ayuda en la trayectoria de mis estudios.

A mis abuelas, **Pilar Vega** y **Santa Amador**, porque de una forma indirecta me han ayudado a crear la capacidad de todas buenas decisiones a pesar de las adversidades del momento.

Raynel Solano Cabrera.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi mayor agradecimiento a todos aquellos seres que hicieron posible con su apoyo y afecto incondicional y constante el alcance meritorio de esta meta propuesta.

A Dios

Mis primeros agradecimientos van dirigidos a Dios. Él ha sido el protagonista principal de toda esta historia.

A mi familia materna

Quiero agradecer en memoria a mi padre Carlos Reyes este esfuerzo quien con su ejemplo y trabajo incansable me enseñó el valor y la recompensa del esfuerzo.

A mi madre, mi hermana y mi tía

Cuán agradecido estoy de por el apoyo siempre real e incondicional, en mis madrugadas, una vueltecita y un “juguito”, ¡Qué hermoso! Ustedes me enseñaron que por más alta que sea la montaña si crees y dices: “¡puedo alcanzarlo!” se hace posible. Es aquí el resultado y es hora de la cosecha. Su amor incalculable e inmensurable fue la fuerza para seguir y las palabras de aliento: “nunca te rindas ¡ánimo!” ¡Gracias!

A toda la familia Sánchez

Expreso mi agradecimiento a toda la familia Sánchez. Este premio es para ustedes. A mi prima Leidy Laura, mi tía Onelia, mi tío José Patiño (Ñungo), mi primo Juan Manuel, Leticia, mi primo Rafael Mena, mi prima Rafaelina e Iliana, mi tía Enma, mis primos Pablo y Pedro, Rosalina, José, Tía Argentina, Tío Esteban, Margarita (Gara), Carmen, a todos.

A mis amigos y amigas

Juan Carlos Frías Pérez, Sergia, Joen Ulerio, Juan Pablo, Wagner, Elizabeth, Deuli Almonte, Alex de la Rosa, Luis Albert, Porfirio de los Santos, Freddy, Miguel Rojas, José Antonio, Doña Mayra, Emerson, Karen Duluc, Glorisel, Altagracia Suero, Ana, Alfred Manuel, William Rafael, Héctor Acosta, Francis Mora, Mercedes, Maiko Ramírez, Tito, Cariluz, Jorge (Puchi), y todos y, cada uno, de los que forman parte de esta historia maravillosa, de esfuerzo y sacrificio en donde pudieron apoyar en los momentos más importantes de esta travesía.

A todos los profesores

Todos aquellos que estuvieron en el barco que me condujo a esta meta se hicieron presente y supieron guiar, aportar en todo mi caminar. A nuestro asesor William Camilo, Carlos Javier Vásquez, Ricardo Turbides, Wascar Liriano, Joaquín Encarnación, Santos Navarro, Eddy Matos (quien en paz descanse), Sra. Cristina, a todos y cuantos bien saben los llevo en mi corazón.

A mis compañeros salesianos

Quiero agradecer a todos mis hermanos Salesianos: Yunior Belliard, Jonatan de Peña, P. Víctor Martínez, (EPD), Wilfredo, Maikel Gómez, Druzniel Mullet, P. Lázaro Alegrant, P. Wilgen Cancio, Orlando Balmajó, Vladimir Ilitch, P. Rafael Fernández, P. Víctor Pichardo, P. Gabriel, P. Romero, P. Ángel Sánchez, P. José y a todos los que comparten mi historia.

¡Amigos todos! Les llevo en mi corazón. Quizás por motivo de espacio aquí me limiten mencionarlos pero, en mi interior no hay límites. ¡Gracias!

Carlos Noel Reyes Sánchez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por todo, a ti me debo.

A mis padres

Ustedes me otorgaron la vida y entregaron sus vidas para hacer de mí un profesional.

Al Ing. Eddy Neftalí Matos Sánchez

Gran maestro y merecedor del título de tutor de los estudiantes contemporáneos conmigo. Usted siempre dijo que sí a la hora de ayudarnos. Su nombre será un sello en mente de muchos.

A mis compañeros de estudio

Juan, Erick, Rafael, Yoneudy, Ricardo, Esmerfi, Ramón, Manuel, Juan Carlos ustedes contribuyeron de buena forma en este tedioso trayecto.

A mis compañeros de tesis

Raynel Solano y Carlos Reyes ustedes siempre me brindaron apoyo, consejos, ayuda, conocimiento y momentos de alegría.

Daniel A. Abreu Ramírez

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por encaminarme y guiarme en toda la trayectoria de mi carrera universitaria, por ser el motor que me impulsa a salir airoso en los momentos difíciles de mi vida, por esta vida llena de aprendizajes y experiencias inolvidables.

A Mis Padres

A mis padres, por el apoyo en todo momento, por darme una buena educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por un buen ejemplo de vida a seguir.

A las autoridades y profesores.

Le agradezco la confianza, la dedicación de tiempo y apoyo a los profesores: Ing. William Camilo, Ing. Eddy Matos, Ing. Cesar Félix. Quienes me brindaron su apoyo y conocimientos para la realización y culminación de la carrera.

Compañeros y Amigos.

A Eliezel del Rosario, Erick del Rosario, Manuel Herrera, Daniel Abreu, por brindarme su apoyo y confianza a través de la carrera ingeniería eléctrica.

Raynel Solano Cabrera.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
DEDICATORIA	iv
TABLA DE CONTENIDO.....	xii
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABLAS	xvii
INTRODUCCION	18
CAPITULO I - MARCO TEÓRICO	30
1 Energías alternativas y sus tipos	30
1.1 Breve reseña histórica de las energías alternativas	30
1.2 Energías alternativas	31
1.3 Biomasa.....	35
1.4 Análisis y Selección de las Energías Alternativas	37
1.4.1 Requisitos para la implementación de biomasa	37
1.4.2 Requisitos para la Implementación de Energía Solar	38
2 Energía Renovable en República Dominicana.....	39
2.1 La Biomasa y Biogás en República Dominicana.....	40
3 El Biogás y su proceso de producción	47
3.1 Concepto del biogás	47
3.1.1 Producción Anaeróbica del Biogás.	48
3.1.2 Factores Que Afectan El Proceso.....	51
3.2 Biodigestor. Tipos e importancia.....	52
3.2.1 Definición de biodigestor.....	52
3.2.1.1 Tipo de Biodigestores y Digestores.....	53
3.2.1.2 Biodigestor Discontinuo	53
3.2.1.3 Biodigestor Semi-continuo	54
3.2.1.4 Biodigestor Continuo.....	54
3.2.1.5 Digestor tipo hindú	54

3.2.1.6 Digestor tipo Chino.....	55
3.2.1.7 Digestores anaeróbicos	57
3.2.1.8 Digestores con biomasa suspendida.	58
3.2.1.9 Digestores De Mezcla Completa (B). [30]	60
3.2.1.10 Digestores De Mezcla Completa (C).....	61
3.2.1.11 Digestores De Mezcla Completa (E) [30]	63
3.2.1.12 Digestores De Flujo Pistón. [30]	64
3.2.1.13 Importancia de los Biodigestores.....	64
3.2.1.14 Trampa de Carga de la Mezcla	66
3.2.1.15 Trampa de Condensado	67
3.2.1.16 Trampa de Ácido Sulhídrico	67
4 Tratamiento de desechos orgánicos y aguas residuales	68
4.1 Origen de las aguas residuales en los mataderos	71
4.2 Fases y sistemas de tratamiento	73
4.4 Tratamiento primario (Fisicoquímico).....	76
4.5 Sistema por flotación de aire (DAF)	79
4.6 Los sistemas anaeróbicos UASB	81
4.7 Clarificación.....	82
5 Matadero municipal de San Cristóbal.....	84
5.1 Control de los procesos.....	85
5.2 Ubicación geográfica	86
5.3 Proceso de faenamiento.	87
5.3.1 Etapas del proceso y descripción de las actividades.	88
5.3.1.1 Proceso para las reses o vacas.....	88
5.3.1.2 Proceso para los Cerdos.	95
5.3.1.3 Capacidad de la cisterna del matadero y uso de las aguas para los fines de limpieza.....	102

CAPITULO II - ANÁLISIS DE SITUACIÓN Y CÁLCULOS PARA EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A TRAVÉS DE LOS DESECHOS DEL MATADERO DE SAN CRISTÓBAL.....	104
a. Planteamiento del problema con el medio ambiente.....	105
b. Gestión de residuos sólidos.....	105
c. Problemas que representan los mataderos a la comunidad	106
d. Solución ofrecida para una planta de biogás y purificación de agua.	107
e. Cálculos de producción de biogás y datos cuantitativos de los animales del matadero municipal de san cristóbal.....	113
5.1 Cálculos para vacas y cerdos.	113
5.1.1 Cálculo para vacas en Matadero de San Cristóbal.....	113
5.1.2 Costo total de producción de biogás para 13 vacas no sacrificado (animales vivos).	115
5.1.3 Costo total de producción de biogás para 13 vacas sacrificadas.....	117
5.1.4 Cálculo para cerdos en matadero municipal de San Cristóbal.....	120
5.1.5 Costo total de producción de biogás para 29 cerdos no sacrificado (animales vivos).	121
5.1.6 Costo total de producción de biogás para 29 vacas sacrificadas.....	124
5.2 Modelo de Tratamiento y Manejo de los Desechos Orgánicos del Matadero Municipal de San Cristóbal para la Producción de Biogás Y Limpieza de sus Aguas Negras.	127
5.2.1 Cálculos para obtener los componentes del modelo propuesto.	130
5.2.2 La solución que se ofrece a través de una planta de biogás y purificación de agua.	132
 CONCLUSIÓN	 134
RECOMENDACIONES	137
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	138
ANEXOS	147

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Máquina gasificadora de biomasa es fabricada en República Dominicana por un equipo de profesionales dominicanos. [17].....	45
Figura 2. La mayor parte de la biomasa que se utiliza en el país proviene de desechos forestales, agrícolas, de procesos agroindustriales y de la fabricación de muebles. [18]	45
Figura 3. Esquema de un biodigestor. [10]	53
Figura 4. Biodigestor tipo hindú. [10].....	55
Figura 5. Biodigestor tipo chino. [10].....	56
Figura 6. Digestores De Mezcla Completa (A). [30].....	59
Figura 7. Digestores De Mezcla Completa (B) [30]	60
Figura 8. Digestores de Mezcla Completa (C).....	61
Figura 9. Digestores de Mezcla Completa (D). [30].....	62
Figura 10. Digestores de Mezcla Completa (E) [30]	63
Figura 11. Digestores De Flujo Pistón. [30]	64
Figura 12. Cisterna de sedimentación de corriente horizontal. [29]	78
Figura 13. Cisterna de sedimentación de corriente vertical. [29]	79
Figura 14. Tanque DAF.	81
Figura 15. Tanque UASB.....	82
Figura 16. Ubicación matadero de Lavapiés, San Cristóbal. Rep. Dom. (Vista Mapa)	86
Figura 17. Ubicación matadero de Lavapiés, San Cristóbal. Rep. Dom. (Vista Satelita)	86
Figura 18. Camión de descarga de animales vacunos.....	88
Figura 19. Área de descarga. En esta fotografía se puede ver una elevación hecha en concreto donde son guidas las reses para su aturdimiento.....	89
Figura 20. Lugar de faenamiento y donde son izadas las reses.	90
Figura 21. Drenaje donde es vertida la sangre de la Res.	91
Figura 22. Camal desollado.	92
Figura 23. Frigorífico.....	93
Figura 24. Depósito de sal.....	93
Figura 25. Lugar donde es salado el cuero.....	94

Figura 26. Res luego de ser extraído los órganos.	95
Figura 27. Corral de cerdos.....	96
Figura 28. Área de descarga de los cerdos.....	97
Figura 29. Lugar de sacrificio de los cerdos.	98
Figura 30. Horno.....	99
Figura 31. Cerdos pelados.....	100
Figura 32. Cerdos eviscerados y limpiados.	101
Figura 33. Peso para cerdos.	102
Figura 34. Planta de concepto	109
Figura 35. Diagrama de flujo del Modelo para Tratamiento y Manejo de los Desechos Orgánicos del Matadero Municipal de San Cristóbal para la Producción de Biogás y limpieza de sus aguas negras.	130

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Comparacion Biodigestor tipo hundu y tipo chino.....	56
Tabla 2. Parametros TRS, TRH y Carga Sólidos.....	63
Tabla 3. Producción de desechos y de biogás.....	109
Tabla 4. Peso de la vaca viva, sacrificada sin vísceras, vísceras y estiércol, estiércol.	114
Tabla 5. Peso promedio de vacas.	115
Tabla 6. Peso de cerdo vivo, sacrificado sin vísceras, vísceras y estiércol, estiércol.	120
Tabla 7. Peso Promedio Cerdos.	121

INTRODUCCION

La generación de energías no convencionales se ha constituido en el principal objetivo mundial que busca mejorar y conservar el ambiente, gracias a esto en la actualidad se están implementando biodigestores generadores de biogás que utilizan como base desechos orgánicos a un bajo costo, y de fácil construcción. Un biodigestor es un contenedor que genera biogás y abono natural a partir del material orgánico, principalmente excretas (animales y humanos) y desechos vegetales. Se trata de un sistema sencillo y económico que recicla los residuos orgánicos convirtiéndolos en energía y fertilizantes para usos agrícolas, ideal para comunidades rurales y países en vías de desarrollo. **(Guevara, A. 1998).**

Los biodigestores son utilizados para tratar el estiércol de bovinos y porcinos, que producen una mayor cantidad de biogás. En el caso de usar este gas para generar energía eléctrica, el sistema alimenta a un motor a diesel conectado a un generador, mientras que para las aplicaciones térmicas, el gas es inyectado a un quemador que puede ser incorporado a calderas, hornos y secadoras. Algunos modelos pueden requerir costos altos, dadas las posibles dificultades de su instalación y puesta en marcha, aunque en los años 60, los materiales plásticos flexibles supusieron el abaratamiento de este tipo de sistemas. El polietileno ha permitido la expansión en la actualidad de los biodigestores por toda América Latina, Asia y África. En cualquier caso, las diferentes necesidades y recursos disponibles de sus posibles destinatarios han llevado al desarrollo de cerca de 70 variedades, que incluyen desde versiones muy básicas y artesanales hasta construcciones de tipo industrial. **(Fiksel, J. 1998).**

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA CON EL MEDIO AMBIENTE

Al ser los mataderos establecimientos en los que se sacrifican los animales constituyen la primera etapa en el proceso de industrialización de la carne y generan gran cantidad de subproductos orgánicos que afectan el ecosistema y deben tratarse adecuadamente, mediante sistemas de filtrado y biodegradación.

2.- GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

El ser humano, desde los inicios de su historia, ha buscado en cierta forma aprovechar los recursos y medios que aparecen en su entorno para mejorar su calidad de vida y facilitar la gestión y tareas que se ha trazado. Esto hace ver cómo se inclina de manera natural a caminar a ritmo de la naturaleza, lo que implica, más bien lo obliga, a evolucionar. Sin embargo, hoy en día uno de los mayores retos de la población mundial es buscar alternativas frente a la escasez de los recursos no renovables, como el petróleo, para la obtención de nuevas fuentes de energía renovables.

En otro ámbito, al consumir combustibles fósiles para transformarlos en energía se liberan emisiones a la atmósfera, tales como CO₂, óxido nítrico, etc., que contribuyen directamente al calentamiento global. El mal manejo de aguas residuales también influye en la contaminación ambiental.

Desde hace tres años se han estado desarrollando proyectos en la región de América Central persiguiendo aprovechar los desechos de animales bovinos, aves y vacunos para la

producción de biogás como fuente alternativa para su futura utilización en la producción de energía eléctrica y otros usos. AquaLimpia Engineering una empresa alemana especializada en el desarrollo de proyectos integrales de aprovechamiento de recursos renovables (biomasa, desechos orgánicos,..) para la producción de biogás y generación de energía ha apoyado e implementado proyectos que tributan a estos fines en esta zona. En el año 2011-2012, en Nicaragua, se realizó un diseño detallado de dos biodigestores de 600 m³/cada uno, por ejemplo. Este proyecto todavía está en construcción. Venezuela, terminó un proyecto de construcción de un biodigestor de 15,000 m³ hacia el año 2012. Actualmente, países como Nicaragua, Guatemala y Chile continúan un proyecto de ejecución de nuevos biodigestores y planta piloto para la realización de ensayos de producción de biogás.

En República Dominicana, también se han lanzado propuestas de construcción de biodigestores para la industria avícola, porcina y vacuna. El Dr. William Camilo ha realizado proyectos de cálculo económico-energético para biodigestores industriales para el matadero Alpa. Camilo ha realizado los mismos proyectos en diferentes zonas del país: La Vega y Santo Domingo.

Estudiantes de la Universidad APEC elaboraron un proyecto de tesis que gira entorno al tema de la utilización de fuentes de energías alternativas para abastecer la carga de iluminación de dicha universidad en el año 2009.

En el matadero municipal Lavapiés de San Cristóbal, Republica Dominicana, se sacrifican animales porcinos y vacunos. A sabiendas de esto se pretende enfocar un estudio para analizar la situación particular de dicho municipio y de esta manera ver las oportunidades

de aprovechamiento y tratamiento de los desechos orgánicos proveniente de dichos animales.

La generación de residuos orgánicos, en especial los que provienen de mataderos o degolladeros, en su mayoría restos no son comercializables; tales como despojos de panza e intestinos, estiércol, etc. Estos residuos pueden ser tratados mediante digestión anaeróbica (principio de funcionamiento de un digestor o biodigestor), tienen una triple secuela medioambiental: contaminación, desperdicio de recursos y necesidad de espacios para su disposición final.

Estos despojos, al ser acumulados o abandonados de forma incontrolada, crean una evidente problemática ambiental, ya que al no tomar medidas preventivas contaminan los medios receptores (aire, suelos y aguas), afectando de una forma importante al paisaje, con la consiguiente desvalorización del terreno y deterioro del entorno. Los residuos constituyen además un problema social, cuya gestión medioambiental y económica necesita encontrar soluciones urgentes que eviten su incidencia ambiental negativa.

3.- PROBLEMAS QUE REPRESENTAN LOS MATADEROS A LA COMUNIDAD

Los problemas que se representan en la mayoría de los mataderos municipales a la comunidad vienen de los residuos sólidos y líquidos provenientes de la actividad de faenamiento son vertidos en el drenaje o cuerpos hídricos. Esta situación representa, además del evidente daño ambiental, un gran desperdicio de recursos que pueden ser rehusados y considerados como un subproducto de la matanza. Esto significa que se

requiere un cambio de paradigma, hacia una visión ambientalista en el que se entienda que los residuos son recursos que pueden y deben aprovecharse. Al mismo tiempo, se disminuye la contaminación ambiental y se previenen riesgos a la salud humana.

Cabe matizar otros aspectos relevantes en la problemática ambiental de los residuos orgánicos de este Matadero:

- Los riesgos sanitarios, al existir una alta probabilidad de contraer o transmitir enfermedades o lesiones a través del contacto con los restos, si no se recogen y eliminan adecuadamente.
- Los depósitos incontrolados de residuos generan la presencia de roedores, insectos y otros agentes portadores de enfermedades. También producen impactos negativos sobre los cuerpos de agua del entorno, ya que los líquidos lixiviados pueden alcanzar y contaminar fuentes superficiales o subterráneas de agua potable o de riego.

Los mataderos, las plantas de procesamiento de carne y las industrias asociadas a la elaboración de subproductos generan gran cantidad de residuos líquidos y sólidos con altas cargas orgánicas contaminantes acompañadas de la emisión de olores desagradables. Las principales fuentes generadoras de residuos líquidos en los mataderos son las aguas de lavado y las aguas provenientes de los procesos de desangrado y eviscerado. Los desechos sólidos orgánicos se producen en los tamices, separadores de grasas, en la limpieza de canales, establos y en la matanza de los animales.

Las actividades que dan origen a las aguas residuales en los mataderos y plantas de elaboración son: lavazas del suelo y del equipo, preparación de subproductos, preparación de las canales, eliminación de las cerdas de los porcinos, almacenamiento de los cueros, limpieza de las entrañas, cuarto de las tripas y de lavandería.

La naturaleza de los desechos de matadero varía considerablemente, según que existan o no canales de captación. Cuando no se respeta las prácticas de limpieza, se aumenta el número de coliformes y la carga orgánica en las aguas residuales descargadas.

Para el mantenimiento de unas normas de higiene adecuadas, la industria de elaboración de productos cárnicos está obligada a utilizar grandes cantidades de agua, lo que constituye un factor importante del costo de elaboración. Su tratamiento a posteriori en la planta y su descarga final en vertederos aceptables aumenta los gastos generales, por lo tanto se recomienda utilizar el volumen mínimo de agua necesario para alcanzar unas normas higiénicas adecuadas y ahorro económico significativo. Las lavanderías de los mataderos grandes son de considerable dimensión y pueden producir aguas residuales con una demanda bioquímica de oxígeno de cinco días de 1300 partes por millón.

Después de un pre-tratamiento o de un tratamiento completo adecuado se suele disponer de varios medios de eliminación: A una autoridad responsable del tratamiento parcial o total de los desechos urbanos, vertederos que dan a los océanos sin tratamiento adicional, planta de tratamiento de desechos y de allí a las aguas que los reciben, y a las instalaciones de riego después de un tratamiento primario y el paso por un tamiz fino.

En general, los efluentes de mataderos contienen elementos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno. Las aguas con sangre son el principal contaminante, aportando una DQO (Demanda Química de Oxígeno) promedio entre 5.000 - 10.000 mg/l y una elevada cantidad de nitrógeno. [20]

4.- LA SOLUCIÓN QUE OFRECIDA A TRAVÉS DE UNA PLANTA DE BIOGÁS Y PURIFICACIÓN DE AGUA

El tratamiento y aprovechamiento de estas aguas residuales se la realiza generalmente por medio de los siguientes procesos.

- Tratamiento primario: cribado, tamizado, sedimentación para la separación de sólidos las grasas emulsionadas, desengrasado.
- Tratamiento biológico en biodigestores UASB y vermifiltros.
- Aprovechamiento en biodigestores para la producción de biogás y energía eléctrica y calorífica.
- Desinfección del efluente (rayos UV) y tratamiento de lodos por medio de vermicompostaje.
- Filtros del carbón para el control de olores.
- Desinfección del efluente y tratamiento de lodos por vermicompostaje.

El proceso productivo de la carne, mediante los mataderos y mataderos frigoríficos, genera una gran cantidad de residuos que son vertidos al medio ambiente, y muchas de estas

instalaciones no cuentan con sistemas de tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, constituyéndose en fuente de contaminación que afecta el medio ambiente.

Según la ley No. 64-00 Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana para el trámite de construcción de mataderos, es un requisito indispensable el estudio del impacto ambiental, así como también la instalación de un sistema de tratamiento y eliminación de las aguas servidas. Los mataderos construidos sin estos requisitos deben ser reacondicionados a los fines de cumplir con la ley, es el caso del matadero municipal de la ciudad de San Cristóbal, ubicado en la región Sur, República Dominicana a 33 metros sobre el nivel del mar, el cual tiene una antigüedad de 45 años, y cuya infraestructura, ubicación y desempeño es obsoleta.

Su reacondicionamiento conforme a la legislación y a la reglamentación vigente no se ha realizado por factores, tanto políticos como económicos en términos de su ubicación.

La presente investigación se ha enfocado en el manejo de desechos orgánicos e inorgánicos debido a que en los mataderos dominicanos, el tema ambiental no tiene la relevancia debida, por la falta de recursos económicos y por el desconocimiento en cuanto a la gestión ambiental es por esta razón, que en la mayoría de camales municipales, los residuos sólidos y líquidos son dispuestos de manera inadecuada, generando un impacto adverso en la biodiversidad local y en el uso del agua.

La investigación se realizará durante el período Enero-Abril de 2013 porque se considera un tiempo prudente para su elaboración.

El objetivo principal del proyecto consta en diseñar un modelo de tratamiento y manejo de los desechos orgánicos del matadero municipal de San Cristóbal para la producción de biogás y limpieza de aguas residuales.

A continuación se enuncian los objetivos específicos del proyecto:

- Definir lo que es energía alternativa y sus tipos.
- Identificar el potencial de energía renovable en República Dominicana.
- Conceptualizar los términos biogás, biodigestor, definir sus tipos, importancia y funcionamiento.
- Determinar las medidas a implementarse de acuerdo al impacto ambiental para el correcto manejo de los residuos orgánicos.
- Conocer la historia del matadero municipal de San Cristóbal, su ubicación y sus procesos.
- Desarrollar una evaluación diagnóstica de la problemática para estimar, en términos generales, el costo de producción de biogás para un animal (porcino o Bovino) en estado vivo y estado sacrificado.
- Presentar un modelo de tratamiento de los desechos y aguas residuales y soluciones.

El método que se pretende utilizar durante esta investigación de orden deductivo porque se parte de datos ya aceptados como válidos para llegar a una solución.

La técnica que se utilizará es la descriptiva. Debido a esto se usarán diferentes fuentes de obtención de los datos y métodos de recolección de datos, las cuales se describen a continuación.

Se usarán, principalmente, investigaciones ya documentadas, revistas y base de datos en línea en la Internet y estadísticos. Así como también artículos publicados por periódicos locales e internacionales. Además, enciclopedias y diccionarios. Se pretende visitar el campo de trabajo y realizar las observaciones que nos permitan tomar datos y analizar con más detalle.

El tipo de estudio que se realizará es descriptivo y de campo. Debido a esto se realizarán visitas al matadero de San Cristóbal y algunas pruebas y medidas.

Este proyecto consta de II capítulos. Un primer capítulo comprendería todo el aspecto teórico de la investigación con orientación temática y que ofrece una vista panorámica de conceptos y términos necesarios para adentrarnos en dicho trabajo. Este capítulo presenta en el siguiente orden los subcapítulos en diferentes secciones: Estudio de energía alternativa y sus tipos. Luego, una orientación a identificar del potencial de energía renovable en República Dominicana. Terminado esto se conceptualizaran los términos biogás, biodigestor, definir sus tipos, importancia y funcionamiento. Posteriormente, se determinarán las medidas a implementarse de acuerdo al impacto ambiental para el correcto manejo de los residuos orgánicos. Finalmente, la última parte presentará una reseña historia del matadero municipal de San Cristóbal y sus procesos.

Por otro lado, el capítulo II contemplará el desarrollo de una evaluación diagnóstica, en términos generales, para determinar el costo de producción de biogás para un animal (porcino o bovino) en estado vivo y estado sacrificado. Y finalmente, se abordará y al tiempo, se presentará una propuesta de modelo de tratamiento de los desechos y aguas residuales.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1 ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SUS TIPOS

1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Durante miles de años, el hombre ha basado su desarrollo en la utilización de fuentes de energía locales, basándose en el fuego y en la fuerza animal (incluida la propia). A partir aproximadamente del año 3.000 A.C. se empieza a utilizar una fuente de energía diferente, que permite el movimiento de pequeñas embarcaciones en el Nilo sin la necesidad de efectuar un arrastre desde las orillas del río: el viento. [4]

Esta situación se mantiene estable hasta hace unos trescientos años, cuando surge la primera revolución industrial, basada esencialmente en el carbón. Así, durante los tres últimos siglos, la industrialización de todos los países del mundo se ha basado esencialmente en la combustión de carbones e hidrocarburos. La mayores exigencias de calidad de vida de los países más avanzados, ha acarreado una fuerte dependencia y consumo de estas fuentes de energía. [4]

El consumo específico (por persona) energético ha ido incrementándose exponencialmente en estos trescientos años, a la vez que lo hacía la población mundial. La consecuencia ya se

conoce: las fuentes tradicionales de energía, que necesitaron millones de años para formarse (proviene en su mayor parte de la descomposición de materia orgánica) se están agotando. [4]

Hacia la década de años 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan millones de años para su formación), como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. [4]

1.2 ENERGÍAS ALTERNATIVAS

La energía es un concepto muy importante para lo que es el análisis y la utilización de ciertos recursos naturales de nuestro planeta para facilitar el modo de vida. La utilización de los derivados del petróleo es actualmente la mayor fuente de energía no renovable que utiliza la humanidad.

Este método para producir trabajo útil ha sido y es de mucha importancia, pero debido a la gran contaminación ambiental que ha producido y el agotamiento inminente de las reservas petroleras, se ha optado por el uso de fuentes alternativas de energía. Las fuentes de energías alternativas más importantes son las renovables, pues sus recursos se consideran como inagotables.

1.2.1 Definición de energía alternativa

Se consideran energías alternativas o renovables aquellas que tienen su origen en la radiación solar. Esto significa que, no solo es renovable la energía solar producida directamente por la radiación de la luz, sino que también son energías renovables, desencadenadas por el calentamiento de la superficie de la Tierra, la hidráulica y la eólica. Asimismo, se suelen considerar energías renovables las que aparentemente son inagotables, al estar causadas por fenómenos físicos de gran envergadura como la geotérmica y las mareas. [1]

1.2.2 Tipos de Energías Alternativas

1.2.2.1 Energía Hidráulica

La energía hidráulica es la que se consigue canalizando el agua de ríos o pantanos a través de turbinas hidráulicas, transformando así la energía potencial del agua (debido a la diferencia de altura) en energía eléctrica. Debido a su gran antigüedad es la energía renovable más conocida. El diseño de las paletas permaneció invariable hasta hace unos 150 años, en que se desarrollaron las turbinas que se utilizan en la actualidad. [2]

El diseño de cada turbina varía en función de la altura que presenta el desnivel a utilizar, y del caudal de agua que se prevé aprovechar. [2]

1.2.2.2 Energía Solar

Es aquella que aprovecha la energía directa del sol para producir electricidad o calor. El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la Historia, puede satisfacer todas sus necesidades, si se aprende cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia. Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad. No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras o, simplemente, contaminantes. [2]

Es preciso, no obstante, señalar que existen algunos problemas que se deben afrontar y superar. Aparte de las dificultades que una política energética solar avanzada conllevaría por sí misma, hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas. Así, por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, precisamente cuando más la necesitamos. Es de vital importancia proseguir con el desarrollo de la incipiente tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar, para conseguir las condiciones que la hagan definitivamente competitiva, a escala planetaria. [2]

Actualmente se distinguen diversos tipos de aplicaciones:

a) **Solar térmica:** paneles de captación de energía para calentamiento de agua, generalmente para uso doméstico. Previsiblemente el coste de este tipo de instalaciones va a ir reduciéndose notablemente en un plazo de cinco a diez años y será común verlas en los tejados. [2]

b) **Solar fotovoltaica:** unos dispositivos de estado sólido (chips muy parecidos a los que se utilizan en electrónica), se excitan al recibir la luz solar y producen una pequeñísima electricidad, por lo que se agrupan por cientos en los dispositivos comerciales que se conocen como placas solares. Su precio también está reduciéndose paulatinamente al producirse actualmente en grandes series, si bien aún el precio por kW/h producido es alto en lugares de irradiación media. [2]

1.2.2.3Energía Eólica

El aprovechamiento del viento como fuente de energía para el hombre se remonta varios miles de años, ya que existen referencias de que el regadío de determinadas áreas de Babilonia 700 años A.C se obtenía a través de esta fuente de energía. [2]

Asimismo, los barcos de vela no son sino máquinas que utilizan la fuerza del viento para producir un desplazamiento de personas y mercancías en el mar, que se remontan al menos a 5.000 A.C, cuando las embarcaciones recorrían los ríos de Mesopotámica y Egipto o los

molinos de viento que se instalaron en Europa en la Edad Media, que han propiciado el uso eficiente del viento para el aprovechamiento humano. [2]

1.2.2.4 Energía Mareomotriz

Es la energía de las mareas y de las olas. Existen sendos proyectos en Francia y Canadá para el aprovechamiento de una fuerte diferencia de cota entre la marea alta y la baja, y en fase experimental se encuentra la utilización de la fuerza de las olas. [2]

1.3 BIOMASA

Consideramos energía de la biomasa, la que se extrae de todo tipo de especies vegetales, que normalmente el hombre aprovecha para obtener energía por combustión directa, como la quema de leña. [2]

Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, la biomasa y la energía solar han sido las únicas fuentes de energía térmica utilizadas por el hombre.

A lo largo de los siglos, y hasta la llegada del carbón en la revolución industrial, la biomasa ha servido para cubrir las necesidades de calor e iluminación tanto en la vida cotidiana como en las distintas aplicaciones industriales existentes. [2]

El término de biomasa en su aceptación más amplia incluye toda la materia viva existente en un instante de tiempo en la Tierra. También se define como: el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. [2]

El concepto de biomasa energética incluye todos aquellos materiales que siendo biomasa, son susceptibles de ser utilizados con fines energéticos. Cualquier tipo de biomasa proviene en última instancia de la fotosíntesis vegetal. Se espera en los próximos años un importante incremento de este tipo de proyectos basados tanto en el aprovechamiento de residuos agrícolas como en la utilización de determinados cultivos para usos energéticos. [2]

1.3.1 Biocarburantes

Realmente es una aplicación más de la biomasa. Determinados cultivos como Girasol, brassica, colza, son susceptibles de ser tratados y obtener etanol u otros combustibles sustitutivos del diesel. Está difundido en Centroeuropa, sobre todo para su uso agrícola. Su coste de producción actualmente es superior al de los combustibles fósiles que sustituyen, pero es una vía que sin duda se va incentivar en los próximos años si se desea reducir la concentración de CO₂ (dióxido de carbono) en la atmósfera. [2]

1.4 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Las fuentes de energías alternativas a utilizar son varias, pero la aplicación de algunas quedaría sin efecto si la ubicación de la instalación no fuese adecuada. Además es necesario tener en cuenta el costo de la obtención de energía en comparación con el actual suministro eléctrico de energía. Por lo tanto es necesario seleccionar aquellas que puedan utilizarse eficientemente de acuerdo a la ubicación de la instalación y ciertas facilidades del mercado. [3]

1.4.1 Requisitos para la implementación de biomasa

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios para la conversión de biomasa en energía; transformándola, por ejemplo, en combustibles líquidos o gaseosos, los cuáles son más convenientes y eficientes. Así aparte de la combustión directa, se pueden distinguir otros dos tipos de procesos: el termo-químico y el bio-químico. [2]

Las fuentes más importantes de biomasa son los campos forestales y agrícolas, pues en ellos se producen residuos (rastros) que normalmente son dejados en el campo al consumirse sólo un bajo porcentaje de ellos con fines energéticos. En la agroindustria, los procesos de secado de granos generan subproductos que son usados para generación de calor en sistemas de combustión directa; tal es el caso del bagazo de caña de azúcar, la cascarilla de café y la de arroz. Por otro lado, los centros urbanos generan grandes

cantidades de basura compuestas en gran parte, por materia orgánica que puede ser convertida en energía, después de procesarla adecuadamente. [2]

La implementación de energía vía biomasa es muy costoso, pues no solo se requiere de la materia orgánica si no del apoyo de las instituciones gubernamentales. La utilización y distribución de este tipo de fuente energética está en una fase de prueba en República Dominicana. Por consiguiente su utilización sería más costosa que el suministro de energía eléctrica estatal. [2]

1.4.2 Requisitos para la Implementación de Energía Solar

La energía luminosa que proviene del Sol es el recurso principal o materia prima que se requiere para la conversión de energía luminosa a energía Eléctrica. El costo de este proceso de conversión esta en los dispositivos que convierten la energía y en los elementos que la almacenan. Los dispositivos convertidores son llamados celdas fotovoltaicas o celdas solares. Las celdas solares se han estado distribuyendo en los últimos años por toda Latinoamérica y su utilización ha de crecer significativamente según los expertos. La única desventaja de los paneles solares es su costo inicial, sin embargo la vida útil de un módulo solar está entre los 20 y 30 años. [3]

Gracias a la posición geográfica de República Dominicana la utilización de la energía solar hace de esta fuente de energía la mejor alternativa a seleccionar para este proyecto. Además hay mucho espacio disponible en los techos de los edificios de la Universidad para colocar

una gran cantidad de módulos. Por lo tanto es la energía solar directa o luz luminosa la que se utilizará para dicha propuesta. [2]

2 ENERGÍA RENOVABLE EN REPÚBLICA DOMINICANA

El potencial de la explotación de energías renovables en República Dominicana es muy grande, basta con ver los siguientes datos:

- 10,000 MW de energía Eólica.
- Insolación media de 5 kW/h en todo República Dominicana.
- Más de 1 millón de tareas disponibles para Biocombustibles.
- 1,000 MW de Energía Hidroeléctrica.
- Potencial de los Mares y la Geotérmica.

Ley de Incentivos:

- Exención de todos los impuestos.
- Acceso gratis a la red eléctrica.
- Primas sobre las tarifas.

Requisito del 10% del total de la energía en el país para el 2010 y el 25% para el 2025.

Trabajar con instituciones educativas de nivel superior:

- Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Parque Cibernético de Santo Domingo.
- Universidad Autónoma de Santo Domingo.

Esta ley fue aprobada en mayo del 2007 y promulgada en mayo del 2008. Con ella se han atraído más de 3 mil millones de inversiones para los siguientes 3 años en distintas energías renovables:

- Energía Eólica.
- Manufactura solar.
- Etanol y Biodiesel.
- Energía hidroeléctrica.
- Energía de bagazo y desechos sólidos.

2.1 LA BIOMASA Y BIOGÁS EN REPÚBLICA DOMINICANA

Los últimos cinco años han sido de importantes avances en la implementación de proyectos en materia de energías alternativas; por lo que la generación de energías renovables en República Dominicana cada vez se hace más interesante y atractiva para distintos sectores de la economía que buscan abaratar costos y disminuir el daño que provocan los combustibles fósiles al medio ambiente. [16]

La biomasa es una fuente de energía renovable, consignada en la Ley 57-07, que apenas se abre mercado en República Dominicana, a pesar del gran potencial que tiene el país en esta área. [16]

El Centro Dominicano de Investigación Pecuaria con Caña de Azúcar (CEDIPCA) de la División de Ganadería y Boyada del Consejo Estatal del Azúcar (CEAGANA) dio inicio en

el año 1976 a una serie de investigaciones en el área de biogás con miras a crear sistemas apropiados para la producción y uso de este combustible a nivel rural en nuestro país. Otra de las experiencias a nivel nacional en cuanto a instalación de biodigestores con aprovechamiento de biogás lo tuvo la comisión Nacional de Política Energética (COENER). FUNDEJUR ha estado promoviendo a nivel rural, la instalación de biodigestores tubulares plásticos (de carga continua). [12]

Del 2009 hasta la fecha, Bionersis, quien es un actor global en el sector de las energías renovables, especializado en la valorización del biogás proveniente de Rellenos Sanitarios o Vertederos de residuos sólidos domiciliarios, mediante la cual se contribuye en forma importante en la lucha contra el calentamiento global del planeta; implemento un proyecto de viabilidad de generación eléctrica en el vertedero de Duquesa ubicado en Santo Domingo Norte y el cual posee una superficie de 127,81 hectáreas. [13]

La actividad del proyecto es construir, gestionar y mantener una colección del gas del terraplén (es la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra); (LFG) y un sistema que señala por medio de luces en el terraplén de Duquesa en Santo Domingo, República Dominicana. El equipo incluye, entre otras cosas, una red de recolección de gas, la extracción de uno y la estación de la quema como una antorcha de alta temperatura cerrada y sistemas de vigilancia y control. [13]

Posibles aplicaciones de biogás para incluir la generación de electricidad para el uso en el vertedero y / o el suministro a la red local. La planta de energía, que consiste en un sistema de pre-tratamiento y generadores de electricidad, a continuación, se instalará una vez que la viabilidad de la generación de electricidad será plenamente demostrada por las pruebas de funcionamiento. [13]

El escenario base es la misma situación actual: la mayor parte del gas de relleno sanitario es liberado a la atmósfera sin ningún tipo de tratamiento o control. El proyecto contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la sustitución del sistema anterior (el metano se emite a la atmósfera) a través de una colección y combustión de metano activos del sistema. Se estima que el proyecto podrá reducir las emisiones de más de 3.928.699 t CO₂ durante el período 2009 - 2019. [13]

En 2010 el Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), la Oficina Nacional de MDL (ONMDL) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) implementaron un estudio para la promoción de proyectos MDL (mecanismos de desarrollo limpios) en República Dominicana. Estos concluyeron con la recomendación de desarrollo de proyectos MDL de generación de energía por biomasa en la parte oriental del país (caña de azúcar), en la parte norte (casarilla de arroz) y finalmente la utilización de la biomasa por empresas industriales (cambio de combustible de caldera/horno o cogeneración), basados en la identificación de sectores metas y medidas de reducción de emisión de GEIS (emisión de gases de efecto invernadero). [14]

En diciembre 2011 la empresa San Pedro Bio-Energy, de inversionistas dominicanos y extranjeros, emprendió un proyecto de construcción mediante una concesión provisional otorgada por la Comisión Nacional de Energía (CNE); una planta de energía renovable a partir de la biomasa, la cual sería alimentada por los bagazos del ingenio Cristóbal Colón, en San Pedro de Macorís, y produciría 50 megavatios de energía eléctrica. [15]

Los trabajos iniciaron en diciembre de 2011, donde la primera etapa, de 25 megas, fue terminada a finales de 2012. [15]

Entre 2011 y 2012, el país se ahorró US\$23 millones por el uso de biomasa en varias actividades industriales. Se pudo apreciar una gran oportunidad de crecimiento en el segmento de la industria que opera con calderas de vapor convencionales (fuel oil) en base a la economía de costo de combustible y las ventajas medioambientales. Las compañías que manejaron este tipo de energía en sus procesos industriales, inclusive, pudieron adquirir ingresos adicionales por la disminución de emisiones de carbono que se derivan de la sustitución de calderas convencionales por las de biomasa. [16]

Una caldera de biomasa es un poco más grande que una caldera regular de bunker. Las calderas de biomasa tienen tres componentes básicos, que son el horno, que es donde entra el combustible que combustiona y produce el calor que va al cuerpo de la caldera que calienta agua y produce vapor, y el otro componente que tiene son sistemas de filtros para evitar que salga humo. [16]

En cuanto a las Calderas de biomasa, hay dos empresas textiles de zona franca utilizando estos sistemas, que son Gildan Dominicana, S.A. y Dos Ríos Enterprises. Gildan Dominicana, empresa textil ubicada en el municipio de Guerra, hace alrededor de dos años, sustituyó seis calderas de fuel oil por dos de biomasa con capacidad de 2,600 hp para la generación de unas 40 toneladas de vapor /hora para sus procesos de compactación, tinción y secado de tejidos. [16]

La CNE manifestó que esa empresa está quemando unas 200 toneladas de biomasa en sustitución de 18,000 galones de fuel oil. [16]

La República Dominicana empezó a crear oportunidades en medio de la crisis con un ambicioso proyecto de fabricación y exportación de una máquina gasificadora, capaz de convertir los desechos sólidos orgánicos (biomasa) en combustible utilizable en plantas de generación eléctrica. La iniciativa surgió en 2011 con la instauración de la empresa Biogen, luego de que un grupo de empresarios extranjeros encontró en el país terreno fértil para echar a andar el proyecto que se mantuvo en planos durante una década, desde que el ingeniero italiano Giovanni Cappello concibió el invento. En esa ocasión su intención era abaratar los costos de riego en los grandes predios agrícolas de Argentina. La idea fue materializada en el Parque Industrial de Zonas Francas Las Américas, con una inversión inicial de US\$5 millones que se estima aumentará a US\$10 millones en cinco años. Allí la máquina es construida pieza a pieza y luego ensamblada por manos puramente criollas, en un complejo proceso de alta tecnología. [17]

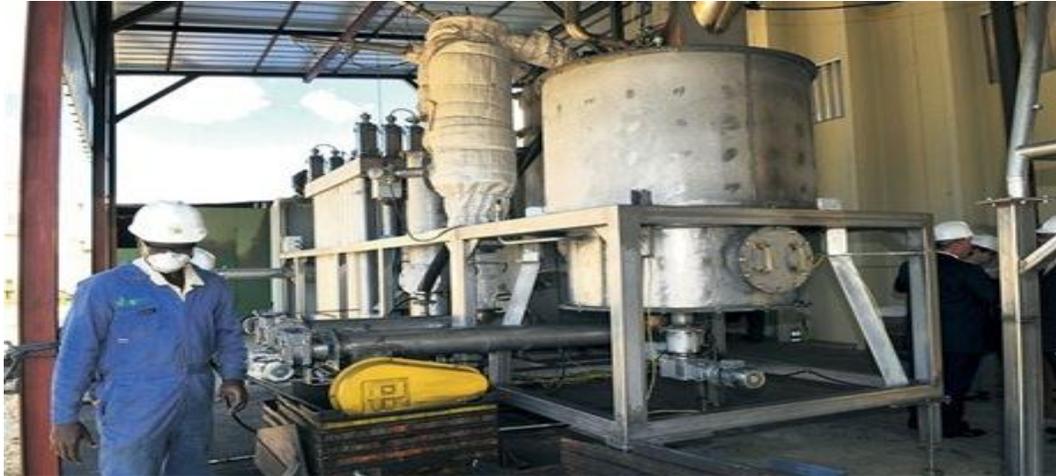


Figura 1. Máquina gasificadora de biomasa es fabricada en República Dominicana por un equipo de profesionales dominicanos. [17]

El sistema transforma en gas limpio los desechos agrícolas como cascarilla o tallo de arroz, bagazo de caña, cáscara de coco, cultivo de sorgo, además de restos de madera de aserraderos, de palma africana y otros residuos forestales o agroindustriales. [17]



Figura 2. La mayor parte de la biomasa que se utiliza en el país proviene de desechos forestales, agrícolas, de procesos agroindustriales y de la fabricación de muebles. [18]

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de su programa Carbono 2012, financio un estudio de factibilidad para capturar biogás de los residuos en las granjas porcinas y así recibir ingresos en el marco del Protocolo de Kyoto. El estudio fue iniciativa del Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio en conjunto con el PNUD, surgida a partir de un estudio realizado por la Iniciativa Global de Metano (GMI, por sus siglas en inglés) que identificó que el sector porcino tiene el mayor potencial de reducciones de emisiones de metano del sector agropecuario en República Dominicana, sobre todo en la región del Cibao, donde existe el mayor número de estas. [19]

El Proyecto Carbono 2012 es una iniciativa regional para América Latina del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financiado por el Gobierno Español, con el objetivo de promover una transición hacia un desarrollo bajo en carbono y adaptado al cambio climático a través del uso eficiente del financiamiento de carbono. [19]

La firma Tetrattech fue la contratada para realizar el estudio, la idea era que las granjas porcinas puedan capturar el biogás en biodigestores y lo pudieran usar como fuente de energía de tener el potencial suficiente, o destruir el biogás mediante una antorcha, lo que les generaría ingresos mediante la venta de bonos de carbono y traería beneficios ambientales al reducir la contaminación. [19]

En la actualidad es tan notable el auge que ha tenido el tema de las energías renovables en materia de aprovechamiento energético y de energías residuales en sentido general, es

importante destacar que existen varias compañías dedicadas a la implementación de proyectos de energía biomásica y a la comercialización de equipos para la generación de energía eléctrica a través de la energía biomásica, a continuación un listado de ellas:

1. Grupo Nova Energía (GNE)
2. BIONERSIS
3. BIOGEN
4. San Pedro Bio-Energy
5. Tetrattech

3 EL BIOGÁS Y SU PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1 CONCEPTO DEL BIOGÁS

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el dióxido de carbono, el cual se produce como resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia del aire, por la acción de un grupo de microorganismos. [6]

El Dr. William Camilo lo define como: “un combustible producido mediante la fermentación anaeróbica (en ausencia del aire) de desechos orgánicos de origen animal o vegetal, dentro de determinados límites de temperatura, humedad y acidez”.

La composición química del biogás es: Metano (CH₄), 50-70%, Dióxido de carbono (CO₂), 30-50%, Ácido sulfhídrico (H₂S), 0.1-1%, Nitrógeno (N₂), 0.5-3%. Su pureza y calidad

dependen de la cantidad de metano que contenga, ya que cuanto mayor es el porcentaje de este elemento, más puro y de mayor poder calorífico es el biogás. [6]

3.1.1 Producción Anaeróbica del Biogás

La digestión anaeróbica de materia orgánica es la conversión directa de la biomasa en gas, denominado biogás, que es una mezcla de metano y dióxido de carbono con pequeñas cantidades de otros gases tales como el sulfuro de hidrógeno. La materia orgánica es biotransformada por microorganismos (bacterias y archaeas) en ambiente anaeróbico (ausencia de oxígeno), produciendo biogás con un contenido de energía entre 20% a 40% del poder calorífico de la materia prima. La digestión anaeróbica es una probada tecnología y ampliamente utilizada para el tratamiento de desechos con alto contenido de materia orgánica. El biogás puede ser utilizado directamente como combustible, o puede ser mejorado en calidad removiendo el CO₂ y utilizado como combustible para automóviles o para la producción de electricidad. [7]

El efluente obtenido como digestato de las plantas de biogás, es un fango meta estabilizado y rico en nutrientes, este producto es un abono más rico en nitrógeno que el procedente del composte tradicional, lográndose un aumento de nitrógeno en un 120% y de fósforo de acción rápida en un 150%. Es importante considerar que la utilización de lodos mal digeridos, puede ser perjudicial para el suelo e incluso peligroso para la salud por la presencia de microorganismos patógenos que pueden contaminar las aguas subterráneas.

Una práctica que da buenos resultados, es separar el líquido del residuo sólido por filtración y utilizar el líquido como fertilizante. [7]

Hasta pocos años atrás, la digestión anaeróbica (DA) fue un tratamiento mono sustrato y de simple propósito. Por ejemplo el estiércol se digería para producir energía, las aguas residuales industriales debían ser pre-tratadas. En los tiempos actuales la DA es mejor conocida y la confianza en esta tecnología se ha incrementado, consecuentemente vino a ser un proceso multi-propósito sirviendo al mismo tiempo para la producción de energía, mejora de la calidad fertilizante de residuos, reducción en la contaminación de efluentes y otros propósitos. [7]

Se define como co-digestión a la digestión simultánea de una mezcla homogénea de dos o más sustratos. La situación más común, es cuando una mayor cantidad del principal sustrato básico es mezclado y digerido junto con una menor cantidad de un simple o una variedad de sustratos adicionales. [7]

La co-digestión ofrece muchas ventajas ecológicas, tecnológicas y económicas: Mejorado balance de nutrientes. La digestión de una variedad de sustratos en lugar de un solo tipo de residuo mejora la relación de nutrientes de C:N:P el cual óptimamente debería ser de alrededor de 300:5:1. Este también mantiene una razonable mezcla de minerales (Na, K, Mg, Mn, etc.) así como también una balanceada composición de trazas de metales. Se observó que la co-digestión mejora el proceso de digestión e incrementa la generación de biogás (efecto cinérgico), este podría ser atribuido a la presencia de nutrientes y la

reducción/dilución de sustancias inhibidoras debido a la mezcla de los residuos. Optimización de calidad geológica. Residuos con una pobre dinámica de fluidos, pueden ser más fácilmente digeridos después de ser homogeneizados con sustratos diluidos como ser estiércoles líquidos o aguas residuales. La mezcla de diferentes sustratos da flexibilidad para compensar las fluctuaciones estacionales de residuos permitiendo que el proceso de digestión pueda ser mantenido a velocidad constante. [7]

Numerosos materiales orgánicos son posibles de digerir anaeróbicamente sin mayores requerimientos de pre-tratamiento y con excelentes rendimientos, siempre que el contenido de impurezas o componentes inhibidores sean muy bajos (Ejemplo: Frutas, sangre) entonces, problemas operacionales no son esperados. [7]

Algunos residuos (como estiércol, vegetales) pueden formar metabolitos inhibidores (Ejemplo: NH_3 , acumulación de ácidos volátiles) durante la digestión anaeróbica consiguientemente no son considerados como excelentes. Muchos otros residuos orgánicos pueden ser considerados como buenos materiales, sin embargo estos a menudo requieren pre-tratamiento (Ejemplo: Alimentos con fecha de expiración vencida, residuos de mercado, rumen y residuos de estómago, etc.) para obtener buena digestión y alta calidad como producto final (digestato), impurezas como plásticos, vidrio, metales, arena, piedras, etc., tienen que ser removidos casi completamente antes de la alimentación al biodigestor. Esto es necesario para evitar el taponamiento de tuberías, formación de espuma, capas en la base, fallas de proceso, o daños de bombas, y elementos de agitación. Estas etapas de pre

tratamiento requieren de maquinaria altamente sofisticada y frecuentemente causa considerables costos operacionales. [7]

3.1.2 Factores Que Afectan El Proceso

El proceso de digestión y su eficiencia están determinados por los siguientes factores:

a) Temperatura. La velocidad de producción de biogás es una función de la temperatura de operación del digestor. Se distinguen tres intervalos de temperatura, en los cuales las bacterias anaeróbicas pueden operar (1):

- Termofílico temperaturas superiores a 35 °C.
- Mesofílico entre 15-25 °C.
- Psicofílico entre 0-15 °C.

b) Tiempo de retención. El tiempo de retención el número de días que una cantidad dada de desechos debe permanecer dentro del digestor. Este factor está correlacionado con la temperatura ambiente promedio del sitio, de manera que cuando ésta es alta, se puede fijar un tiempo de retención corto, y cuando es baja se fijaran tiempos de retención más largos. [6]

c) Sustratos utilizados. Se denomina sustrato, al material orgánico que se procesa dentro del digestor. Como material de sustrato pueden emplearse una gran variedad de desechos de origen material y vegetal, los cuales se diluyen en agua para producir la mezcla

apropiada con la que se carga el digestor. Sin embargo, el objetivo básico de la agitación, es reducir al máximo la formación de “nata” o capa flotante en la superficie del sustrato. [6]

c) **PH (alcalinidad o acidez).** El PH en el digestor, es función de la concentración del dióxido de carbono (CO₂) en el gas, de la concentración de ácidos volátiles y de la propia alcalinidad o acidez de la materia prima. [6]

3.2 BIODIGESTOR. TIPOS E IMPORTANCIA

3.2.1 Definición de biodigestor

La transformación en energía de los residuos orgánicos mediante la fermentación anaerobia es un proceso que se viene practicando desde hace más de 100 años. Actualmente, en países no desarrollados hay instalados millones de digestores familiares (China e India). [8]

Los biodigestores o simplemente digestores son máquinas simples que convierten las materias primas en subproductos aprovechables, en este caso gas metano y abono. El principio básico de funcionamiento es el mismo que tienen todos los animales, descomponer los alimentos en compuestos más simples para su absorción mediante bacterias alojadas en el intestino con condiciones controladas de humedad, temperatura y niveles de acidez. [

Sin embargo, la tecnología utilizada en estos países es muy primitiva y no se puede aplicar en países desarrollados por su bajo rendimiento y el negativo impacto ambiental que

producen. El conocimiento más profundo del proceso, tanto a nivel microbiológico como de los parámetros que regulan esta fermentación, ha permitido progresar notablemente en esta tecnología mejorando considerablemente su eficacia. [8]

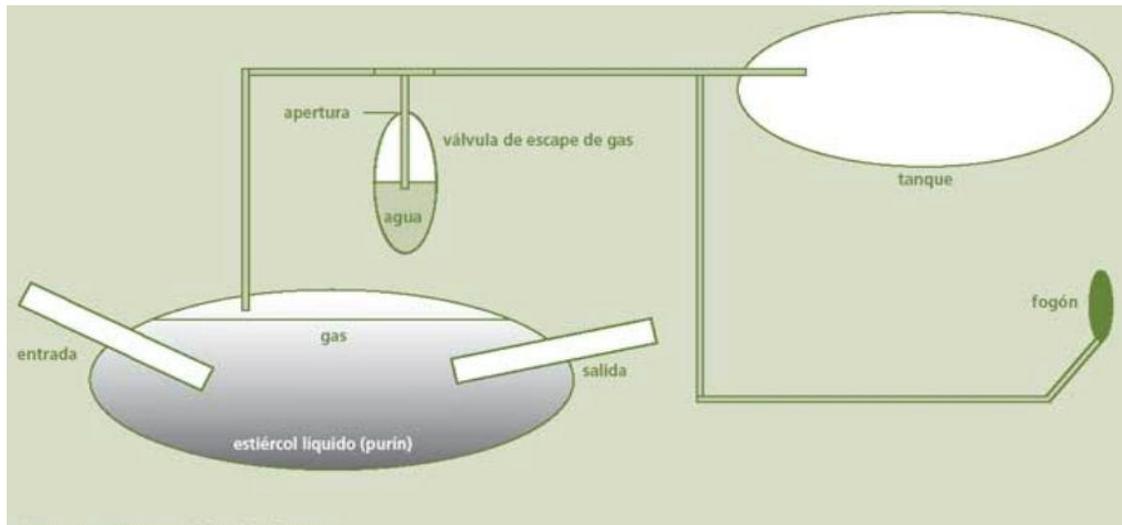


Figura 3. Esquema de un biodigestor. [10]

3.2.1.1 Tipo de Biodigestores y Digestores

3.2.1.2 Biodigestor Discontinuo

Se cargan una sola vez y se retira cuando ya se ha dejado de producir gas, sólo entonces se renueva de materia orgánica. Se usa cuando la disponibilidad de materia orgánica es limitada o intermitente. [9]

3.2.1.3 Biodigestor Semi-continuo

Se cargan en lapsos cortos como de 12 horas, 1 vez al día, o cada dos días, se utiliza cuando la disponibilidad de materia orgánica es constante en los días. Los principales, son el hindú, el chino, y el taiwanés, cada uno con ventajas y desventajas como se analizará más adelante. [9]

3.2.1.4 Biodigestor Continuo

Se cargan continuamente, y tienen la finalidad primaria en los sistemas de tratamiento de aguas negras, así como de producción a gran escala de gas. [9]

Existen otras clasificaciones las cuales sólo serán mencionadas a continuación pero, tratadas con más detalles en el trabajo. Se nombran así, los biodigestores del tipo hindú, chino, el tipo salchicha, entre otros. [9]

3.2.1.5 Digestor tipo hindú

El biodigestor tipo hindú consiste en un tanque reactor vertical que tiene instalado una campana flotante recolectora de biogás. De esta forma, la presión del gas sobre la superficie de la mezcla es muy baja, de alrededor de 300 mm de columna de agua. Con esta campana se logra, además, una presión constante, lo que permite una operación eficiente de los equipos a los que alimenta. La campana también ayuda al rompimiento de la espuma que se

forma en muchos biodigestores. En este biodigestor se alcanzan productividades volumétricas (Pv) de 0.5 a 1m³ de biogás/volumen de reactor por día. Un esquema de dicha instalación se muestra a continuación. [10]

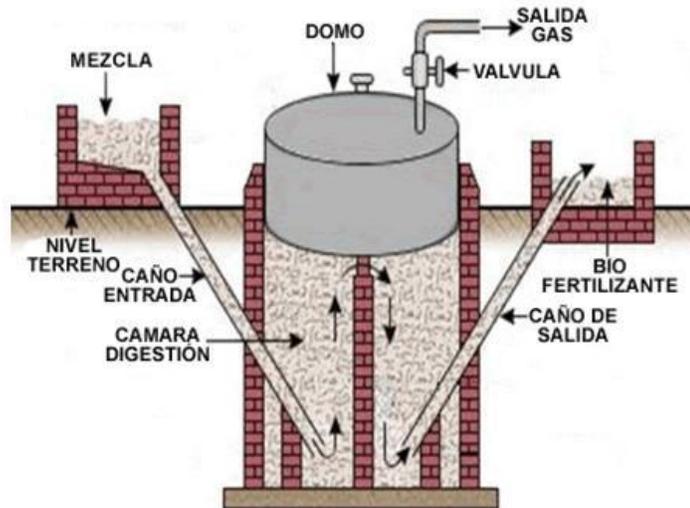


Figura 4. Biodigestor tipo hindú. [10]

3.2.1.6 Digestor tipo Chino

Este tipo de digestores se desarrollan principalmente para tratamiento de aguas residuales. En general son plantas muy grandes, en las cuales se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionarles calefacción y agitación, así como para su control. Por lo tanto este tipo de plantas son más bien instalaciones tipo industriales, donde se genera una gran cantidad de biogás el que a su vez se aprovecha en aplicaciones industriales. A continuación se muestra un cuadro resumen con las características de los biodigestores más utilizados en las zonas rurales. [10]

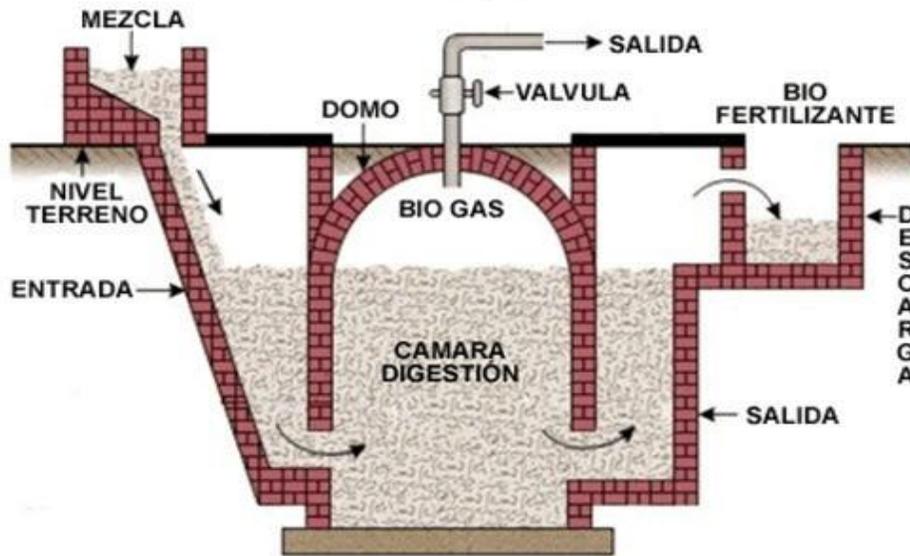


Figura 5. Biodigestor tipo chino. [10]

Tabla 1. Comparación biodigestor tipo hindú y tipo chino.

Tipo hindú (campana flotante)	Tipo chino (cúpula fija)
Bajas presiones de gas sobre la superficie de la mezcla, de alrededor de 300 mm C.A.	Presiones variables de trabajo que pueden superar los 100 cm C.A.
Garantiza una presión constante del gas.	Trabaja con grandes variaciones de la presión
Permite una operación eficiente de los equipos que alimenta.	A causa de las variaciones de presión reduce la eficiencia de los equipos que consumen su gas.
La campana ayuda al rompimiento de la espuma.	Se forma gran cantidad de espuma.
Se obtienen productividades volumétrica de 0.5 a 1 m ³ de biogás/volumen de reactor-día.	Se obtienen productividades volumétrica de 0.15 a 0.2 m ³ de biogás/volumen de reactor-día.
Los tiempos de operación son de 1/3 a 1/2 del empleado en los de tipo chino.	Los tiempos de operación se alargan desde los 30 hasta los 60 días.

Como se puede observar en todos los aspectos el biodigestor de tipo hindú supera al modelo chino, sin embargo, se encuentra mucho menos.

3.2.1.7 Digestores anaeróbicos

El uso de digestores anaerobios es más común cada día, ya sea para el tratamiento de excretas animales, la producción de biogás, la purificación de aguas residuales, y la elaboración de biofertilizantes. Existen varios tipos de biodigestores y se clasifican según el régimen de carga y la dirección del flujo en su interior.

- En estos digestores la carga y descarga se realizan de forma continua.
- Al no existir paradas tienen un rendimiento mucho mayor que los digestores discontinuos.
- Este sistema ha sido el que más se ha desarrollado en los últimos años, desarrollándose a su vez nuevas tecnologías.

Atendiendo al mecanismo de retención de la biomasa en los digestores, éstos se pueden clasificar en:

- Sistemas con microorganismos en suspensión.
- Sistemas con microorganismos adheridos a superficies fijas o móviles.

3.2.1.8 Digestores con biomasa suspendida

- Son los que primero se desarrollaron. En ellos los microorganismos se encuentran “flotando”. Es decir, no están fijos a ninguna superficie.

A su vez, se pueden clasificar de menor a mayor grado de complejidad técnica en digestores de:

- Mezcla completa
- Flujo Pistón
- Contacto anaerobio
- Lecho ascendente de lodos (UASB)

3.2.1.8 Digestores De Mezcla Completa (A) [30]



Figura 6. Digestores De Mezcla Completa (A). [30]

Características:

- Son técnicamente sencillos. [30]
- El influente ingresa en la zona de digestión. [30]
- En la superficie se forma una capa de espuma favorecida por el gas que asciende, arrastrando lodo y flotantes. [30]

3.2.1.9 Digestores De Mezcla Completa (B). [30]

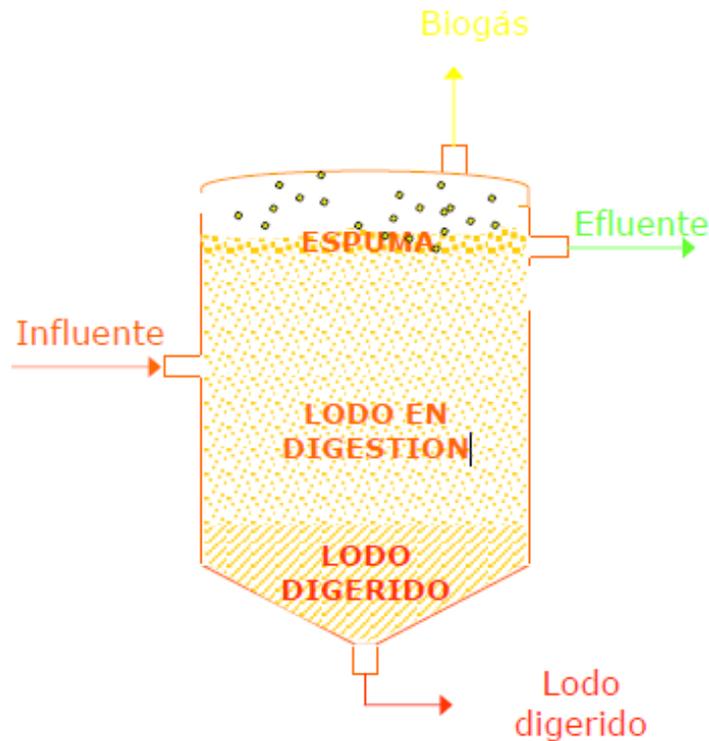


Figura 7. Digestores De Mezcla Completa (B). [30]

Características

- No hay retención de la biomasa suspendida ni recirculación de lodos \Rightarrow los tiempos de retención de sólidos son iguales a los tiempos de residencia hidráulica, es decir $RS=TRH$ Por lo tanto los TRH son altos. [30]
- Las concentraciones de biomasa activa (anaerobia) que se pueden conseguir son limitadas lo que supone que las cargas volumétricas y las producciones de biogás de estos digestores sean bajas.

3.2.1.10 Digestores De Mezcla Completa (C)

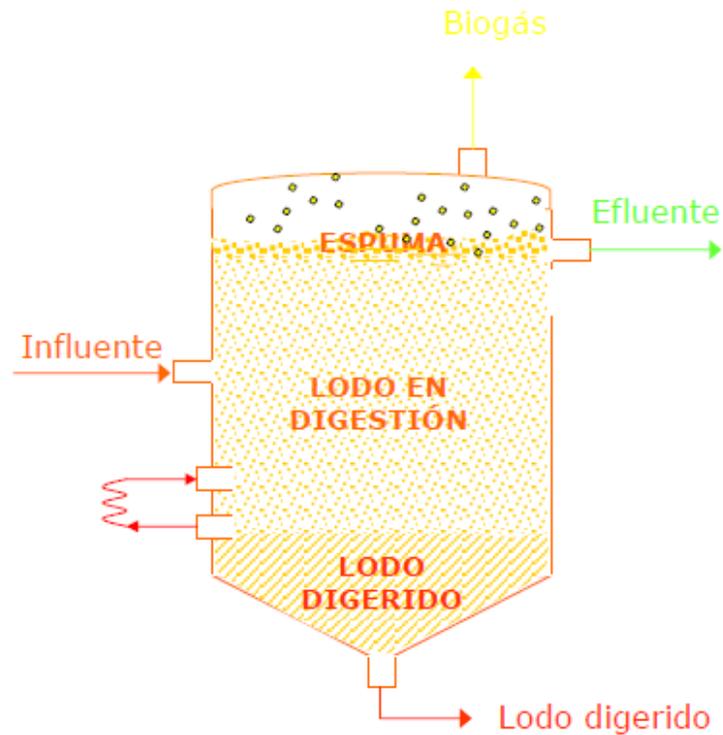


Figura 8. Digestores de Mezcla Completa (C). [30]

Características:

- Normalmente cuentan con mecanismos de mezcla y calentamiento.
- Admiten cargas mayores y los volúmenes requeridos son menores.
- El proceso es más estable.

3.2.1.10 Digestores De Mezcla Completa (D) [30]

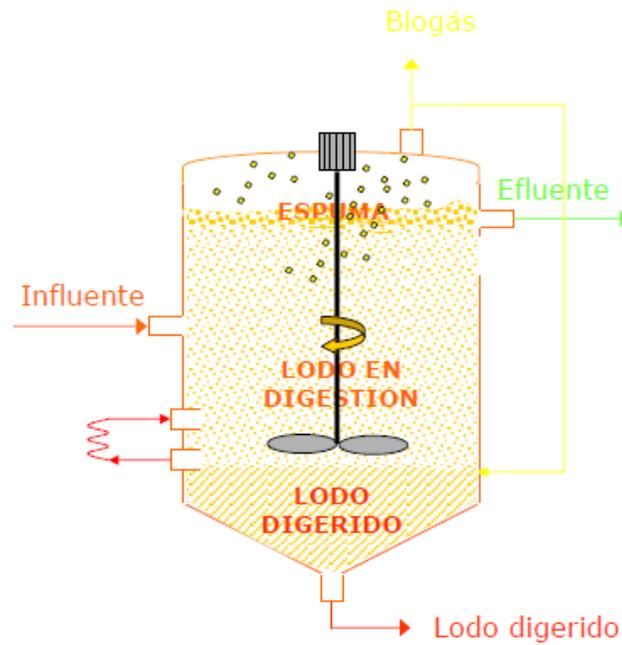


Figura 9. Digestores de Mezcla Completa (D). [30]

Características

- Para mezclar el contenido del digestor y para romper o evitar las costras que pueden formarse se utilizan agitadores mecánicos y/o una recirculación del biogás. [30]
- La recirculación de biogás tiene la ventaja de que no es necesario abrir el digestor para su mantenimiento. [30]

3.2.1.11 Digestores De Mezcla Completa (E) [30]

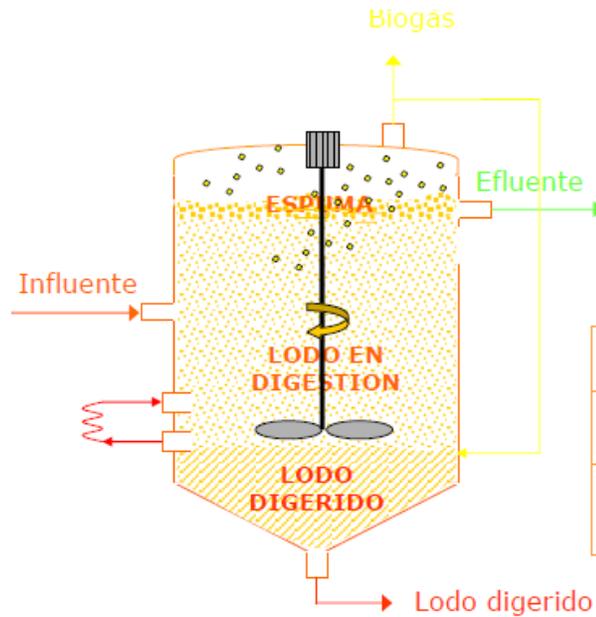


Figura 10. Digestores de Mezcla Completa (E). [30]

Se emplean principalmente para vertidos con alta concentración en sólidos en suspensión, como por ejemplo residuos ganaderos y lodos de depuradora. [30]

Tabla 2. Parámetros TRS, TRH y Carga Sólidos.

PARAMETRO	UNIDAD
TRS = TRH	15-30 días
Carga Sólidos	1,6 – 3,2 kg SSV/m ³ .d

3.2.1.12 Digestores De Flujo Pistón [30]

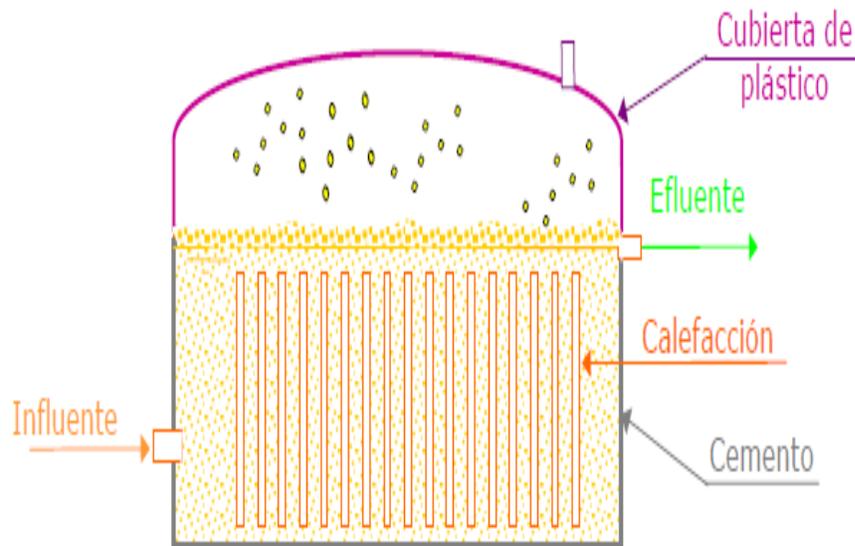


Figura 11. Digestores De Flujo Pistón. [30]

3.2.1.13 Importancia de los Biodigestores

Múltiples son los beneficios que tienen los biodigestores. El Ing. Camilo los enumera así:

- Al depositar los residuos en un depósito hermético, se soluciona decididamente el problema de los insectos, la rotura de bolsas de residuos por parte de perros, gatos y aves carroñeras. [6]
- En una mayor escala se evita la contaminación en los sitios urbanos y más importantes aún, se evita la contaminación de las capas de agua. [6]
- Si se referiría específicamente al campo, se eliminan en un 80% los olores indeseables provenientes de las heces animales y el guano en los criaderos de

pollos, con el importante valor agregado de la drástica reducción de las enfermedades causadas por roedores e insectos que se alimentan de este tipo de residuo. [6]

- Dado que el deterioro del medio ambiente ha venido creciendo cada vez más, urge buscar alternativas de reciclaje del estiércol de los animales, principalmente el proveniente de los cerdos, el que por sus componentes tiene mayor poder contaminante y es más difícil de degradar. [6]
- Los biodigestores son una alternativa para integrar las excretas y otros residuos orgánicos de la granja a los sistemas de producción, ya que normalmente éstos se pierden, se mal utilizan o se convierten en contaminantes del medio ambiente y, por consiguiente, un peligro para la salud de las plantas, animales y del mismo hombre. [6]
- A través de esta tecnología que procesa el estiércol de los animales, se puede producir combustible (biogás) y abono orgánico (efluente). Este último es un fertilizante de alta calidad y de fácil aplicación, reduciendo así la contaminación generada por el estiércol que de otra manera quedaría expuesto a la intemperie o depositado directamente en el suelo junto a otros residuos generados en los sistemas agropecuarios, sin ser utilizados eficientemente. [6]
- Utilizando el estiércol se puede conseguir gas para toda la vida. Administrar adecuadamente los recursos naturales, transformar la materia prima, generar empleo, aprovechando los desechos. Aplicamos el “principio de la sostenibilidad”. [6]

3.2.1.14 Trampa de Carga de la Mezcla

Este tanque, en cualquier tipo de planta con alimentación semi continua, tiene forma rectangular y un volumen interno un poco mayor (19 a 20%) que el volumen de carga diario. [6]

Es conveniente construir el piso del tanque con una pequeña inclinación hacia el lado opuesto del tubo de carga, para evitar que materiales inertes como piedras, que por accidente son arrastradas por el substrato, entren al digestor. Es posible dejar una abertura en el lado de la inclinación, por donde se pueden evacuar estos minerales. [6]

Por lo general, el tubo que comunica el tanque de carga con el digestores de PVC y tiene un diámetro que varía ente 7.6 y 15 cm. (3-6 pulgadas), dependiendo del tamaño de la planta. El extremo que entra al digestor debe estar a una altura de 40 a 60 cm. del fondo, para evitar que el material sedimentado lo obstruya. Si el tamaño de la planta lo justifica, pueden emplearse dos tubos de carga. [6]

Como en este es donde se efectúa la mezcla de estiércol con el agua, es necesario colocar tapones en el tubo de carga y en el de compensación. [6]

3.2.1.15 Trampa de Condensado

“Uno de los componentes del biogás es el vapor de agua que puede estar presente en cantidades menos apreciables. Cuando el biogás sale del digester, a través de la tubería de conducción, se somete a una disminución de la temperatura, ocasionando la condensación de la humedad, fenómeno que puede obstruir la tubería. [6]

Una solución a este problema consiste en colocar la tubería de conducción con una inclinación hacia el digester, buscando con ello que el agua fluya de regreso, recurso que se aplica cuando la longitud de la tubería no es muy grande. Otra medida es la de instalar en la tubería trampas de agua, o sea recipientes donde se deposite el agua y donde sea fácil extraerla. [6]

3.2.1.16 Trampa de Ácido Sulhídrico

Este componente del biogás es un gasón olor característico a huevo podrido que, además de ser molesto, puede resultar peligroso para la persona que se expone continuamente a él, ya que paraliza el nervio olfativo, produce dolor de cabeza, ardor en los ojos y pérdida de la visión. Cuando se utiliza el biogás se utiliza como combustible para motores, el H_2S reacciona con oxígeno y con el vapor de agua, produciendo ácido sulfúrico, lo cual puede causar daños internos en el motor. [6]

Entre los métodos de separación del H_2S , el más comúnmente empleado por su sencillez es el denominado **método de la caja seca**, que consiste en el uso de viruta de hierro dentro de

un recipiente por el que se hace pasar el biogás. En este recipiente se produce una reacción del H₂S con el hierro descompuesto. [6]

4 TRATAMIENTO DE DESECHOS ORGÁNICOS Y AGUAS RESIDUALES

Los mataderos, las plantas de procesamiento de carne y la recuperación de los subproductos de esta industria, generan gran cantidad de residuos sólidos y líquidos. Además, pueden emitir molestos olores que para quienes habitan en zonas cercanas a este tipo de actividades. [20]

La industria procesadora de carne está conformada en su conjunto por las actividades realizadas en los mataderos, la manufactura de una gran variedad de subproductos, como cecinas y otros embutidos, y el proceso de recuperación de desechos, tales como grasa, huesos, cabezas, sangre y vísceras. [20]

Las principales fuentes generadoras de residuos líquidos en los mataderos son las aguas de lavado y las corrientes provenientes de los procesos de desangrado y evisceración. Estos efluentes contienen, entre otros, sangre, estiércol, pelos, plumas, grasas, huesos, proteínas. [20]

Asimismo, las principales fuentes de residuos en los corrales, el proceso de descuerado, corte y evisceración. Las emisiones al aire, en tanto, no constituyen una preocupación ambiental importante en este rubro, pero si constituye una problemática asociada la

generación de olores molestos, provenientes de la descomposición de los residuos sólidos animales y de los corrales. [20]

Hoy, en los países industrializados, el tratamiento de los residuos es un deber apremiante, todos están conscientes de las consecuencias que traen la sobrecarga del suelo y las aguas por los desechos orgánicos no tratados y vertidos en cualquier lugar. Además, el aumento de los precios de las materias primas exige un reciclaje más importante de estos materiales.

Por otra parte en los países del tercer mundo las instalaciones de biogás significan ante todo la producción de energía para cocinar. En principio los residuos orgánicos, y dentro de estos las excretas porcinas, se estabilizan mediante tratamientos biológicos, los cuales se dividen en: aerobios (oxidación de la materia orgánica a través del oxígeno) y anaerobios (en estos la concentración de oxígeno es perjudicial). [20]

Dentro de los tratamientos aerobios se citan las siguientes tecnologías: [20]

- Lodos activados.
- Lagunas de estabilización aerobias.
- Filtros percoladores.

Dentro de los tratamientos anaerobios se encuentran: [20]

- Filtros anaerobios.
- Lagunas anaerobias.
- Biodigestores.

La prevención y contención de los desechos de la carne y de los subproductos es una necesidad económica y de higiene pública. La principal fuente de contaminación se encuentra en las aguas residuales de los mataderos que incluyen heces, orina, sangre, pelusa, lavazas, residuos de la carne, grasas de los suelos, utensilios, alimentos no digeridos por los intestinos, las tripas de los animales sacrificados y a veces vapor condensado procedente del tratamiento del despojos. [20]

Para el mantenimiento de unas normas de higiene adecuadas, los mataderos donde se sacrifican los animales están obligados a utilizar grandes cantidades de agua, lo que constituye un factor importante del costo de elaboración. Su tratamiento en la planta y su descarga final en vertederos aumenta los gastos generales, por lo que resulta esencial que se utilice el volumen mínimo de agua necesario para alcanzar unas normas higiénicas adecuadas, así como la constante verificación del uso. [20]

Después de un pre-tratamiento o de un tratamiento completo adecuado se suele disponer de varios medios de eliminación: [20]

- A una autoridad responsable del tratamiento parcial o total de los desechos urbanos.
- A vertederos que dan a los océanos sin tratamiento adicional.
- A una planta de tratamiento de desechos y de allí a las aguas que los reciben.
- A las instalaciones de riego después de un tratamiento primario y el paso por un tamiz fino.

La mayor parte de los países cuentan con leyes o con códigos de reducción voluntaria de la contaminación para el tratamiento de desechos, en los que se establecen normas de manejo que reducirán las formas más graves de contaminación y que se utilizarán, a su vez, los productos de los desechos que se han recogido. [20]

4.1 ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LOS MATADEROS

Los corrales o establos anexos a los mataderos suelen estar dotados de canales de captación pavimentados y cubiertos. Las aguas están constituidas por los desbordamientos de los depósitos, excrementos líquidos y las aguas para lavar los corrales que contienen estiércol. Los corrales no cubiertos están expuestos a inundaciones en las épocas de lluvias con la consiguiente lixiviación del propio estiércol al sumidero. [29]

La naturaleza de estos desechos es de prever que varía considerablemente, según que existan o no canales de captación, las prácticas de retirada del estiércol o la frecuencia de los lavados, así como el grado en que los materiales de paja de las camas y los restos de alimentos no utilizados se incorporan a la carga diaria y el grado de la limpieza en seco inicial de los establos o de los vehículos de transporte. Cuando no se respetan esas prácticas de limpieza, aumentará el número de coliformes y la carga orgánica en las aguas residuales descargadas. Los excrementos se deben recoger secos y apiñarse para formar un cumulo de estiércol para la recogida periódica con el fin de utilizarlos como abono agrícola o, en los climas cálidos y secos. [29]

Las actividades enumeradas más arriba son los procesos primarios realizados en los mataderos propiamente dichos a los que se añade quizá las operaciones de tratamiento de subproductos que contribuyen a la carga de aguas residuales del matadero. Conviene repetir que con la limpieza inicial en seco de los corrales en ciertos departamentos se pueden reducir las cargas de aguas negras. [29]

En muchos de pisos de matanza los mataderos recogen la sangre para elaborarla en las plantas de preparación de subproductos o venderla a fabricantes de fertilizantes. Algunas plantas utilizan parte de la sangre para incorporarla a su harina o carne y venden o regalan la restante. Esto reducirá sustancialmente la demanda de oxígeno y colorantes de las aguas residuales descargadas en el alcantarillado y se debe, por tanto, estimular. [29]

El estiércol de las tripas se suele segregar de los desechos líquidos y se añade al estiércol de los corrales para la preparación de compostes por separado. Los mataderos de las ciudades pueden también deshacerse del estiércol con la basura. Una eliminación por separado del estiércol de las tripas reducen materialmente la cantidad de sólidos sedimentables en las aguas residuales que entran en las alcantarillas. [29]

Las lavazas del suelo y del equipo contienen en todos los departamentos sangre, excrementos, carne, grasas y partículas de huesos. [29]

Para la eliminación de las cerdas de los porcinos, las cerdas se aflojan en una caldera de escaldo y se quitan raspándolas. La descarga de las aguas de la caldera y los restos de los

raspados contienen pelo, suciedad y costras de la piel de los cerdos que se añaden a la carga de las aguas residuales. Para reducir estos residuos, las cerdas se pueden hidrolizar por medio de tratamiento por vapor con la incorporación de cal y cuando se seca produce un material en polvo. [29]

Los cuernos recién extraídos en el piso para la matanza se apilan con el lado de la carne hacia arriba y se espolvorean con sal. Una pequeña cantidad de residuos de esas pilas, además de las aguas utilizadas para lavar los suelos, van a parar al sistema de drenaje. [29]

4.2 FASES Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Tras la separación inicial de las diversas categorías de aguas residuales, el grado y el método tecnológico de tratamiento varía considerablemente debido en parte a la falta de uniformidad de la producción, la tecnología de elaboración, el equipo de tratamiento de las aguas residuales y su emplazamiento. [29]

Siempre que es posible, las aguas residuales deben dirigirse a un sistema de alcantarillado público, aunque este procedimiento requerirá cierto grado de tratamiento primario o pre-tratamiento como requisito mínimo. Las exigencias de los países en desarrollo diferencian en la medida en que no existen sistemas de alcantarillado principales salvo, quizá, en el centro de la capital o de las ciudades principales y en esos países, por tanto, se debe dar por supuesto que las aguas residuales descargan en las aguas de superficie (ríos, lagos o tuberías de desagüe en alta mar) y en esas situaciones se producen invariablemente diversos

grados de tratamiento que pueden contribuir a la viabilidad económica de la empresa de elaboración de manera aún más significativa que en los países industrializados. [29]

Los procedimientos de tratamiento que se pueden emplear se clasifican en tres categorías distintas: primario, es decir, tratamientos físicos y secundario, químicos, es decir, tratamientos biológicos anaeróbicos o aeróbicos y, por último, una combinación de los tratamientos secundarios. Todos los tratamientos indicados garantizan cierto grado de control, sino un control total, de los patógenos y de los niveles de contaminación. [29]

En la mayor parte de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, una vez extraída la grasa y los elementos sólidos gruesos de las aguas de desecho, por lo general se deja que las corrientes separadas mezclen y, si es posible descargar las aguas de desecho en un alcantarillado público local, quizá no se requiera ningún otro tratamiento en el matadero.

La utilización de depósitos equilibradores e igualizadores evitan la necesidad de que plantas especializadas de tratamiento tengan una dimensión excesiva para ocuparse de las corrientes máximas. El depósito equilibrador está construido por un depósito de acero o de hormigón fabricado localmente (o de una laguna cuando se dispone de tierras) y ofrece la ventaja de que la descarga del matadero se efectúe en un sistema municipal de alcantarillado y de tratar a sus propias aguas residuales. [29]

4.3 TRATAMIENTO PRIMARIO (FÍSICO)

Los procedimientos de tratamiento físico comúnmente utilizados son los siguientes:

Procedimientos de ordenación y de limpieza propiamente dicha, seguidos del tamizado para la eliminación de los sólidos pesados y sedimentables, tubos en U para grasas y depósitos de depuración para la eliminación de los sólidos finos y las grasas y aceites. [29]

En el pre tratamiento de las aguas residuales de la industria de la carne se utiliza siempre el paso por una rejilla para excluir la carne, los huesos, las descamaduras de pieles, cueros y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho. Su función es muy importante y produce la eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueos de la bomba o de las tuberías), este método tiene poco efecto en la reducción del DBO, es decir, las grasas y los aceites o los sólidos en suspensión. Los tamaños de las mallas entre las bastas 1.68 – 0.84 mm y las finas 0.125-0.044 mm. En general no se consideran favorables las rejillas de barrotes, por obstruirse fácilmente y requerir una constante atención para evitar bloqueos. [29]

La flotación por aire disuelto es el procedimiento de flotación más común y se utiliza principalmente para el tratamiento primario de las aguas residuales de los mataderos. Genera burbujas de aire por precipitación de una solución súper saturada de gas, basándose en la ley de Henry que indica la relación entre la solubilidad del gas y la presión total. El aire se disuelve en el aguas residual bajo presión (3-4m³/hora por m³ de depósito) y posteriormente se transforma en micro burbujas (de 50mm a 200mm de diámetro) a presión

atmosférica. La flotación por aire disuelto facilita la recuperación de sebos, aceites y grasas, sólidos suspendidos y la demanda bioquímica de oxígeno, por un total de un 30% a un 60% de sólidos suspendidos y de un 50% a un 80% de sebos, aceites y grasas. [29]

4.4 TRATAMIENTO PRIMARIO (FISICOQUÍMICO)

Una tecnología relativamente sencilla permite extraer hasta el 95% de los sólidos en suspensión y posiblemente el 70% de la DBO por medio del tratamiento fisicoquímico. [29]. Consiste en lo siguiente:

Pre tratamiento de las aguas residuales mediante la incorporación de coagulantes y agentes de floculación para facilitar la sedimentación de los sólidos suspendidos. Esta fase va seguida de la clarificación: paso a través del depósito de sedimentación que separa el sedimento pesado del flotante, que es un líquido claro casi desprovisto de sólidos en suspensión y con unos niveles muy reducidos de DBO. [29]

Cuando las aguas residuales se tratan íntegramente en el lugar del matadero, es esencial facilitar la sedimentación primaria, que es probablemente necesaria si los desechos van a pasar posteriormente por los filtros. [29]

El método más común de eliminar sólidos es por coagulación química, el proceso consiste en desestabilizar los coloides y unirlos para facilitar la sedimentación, se forman flósculos químicos que absorben la materia en suspensión, los productos químicos que se usan son el

sulfato de alúmina, sulfato ferroso, sulfato férrico, cloruro férrico y mezcla de sulfato férrico y cloruro. [29]

El rendimiento de los tanques de sedimentación, que se usan para la eliminación de los sólidos en suspensión, depende de los siguientes factores: periodo de retención, características de las aguas residuales, profundidad del tanque, (cuando más profundo, más difícil es que suban las sustancias precipitadas por turbulencias debidas a una variación brusca del caudal, lo cual es peligroso si los lodos no se retiran continuamente), área del tanque y velocidad de salida, explotación (limpieza), temperatura, tamaño de las partículas, pre-tratamiento (eliminación de arena), variaciones en el caudal, longitud del depósito, velocidad del viento, diseño de la entrada y salida, velocidad de las partículas, densidad de las partículas, efecto de las paredes, número de depósitos (tabiques), eliminación de lodos, velocidad en vertedero. La coagulación, auto floculación de las partículas produce un incremento de la velocidad y mayor reducción de los sólidos en suspensión. [29]

Se utilizan dos tipos de depósitos de sedimentación y las dimensiones varían considerablemente. [29]

Los depósitos de sedimentación de corriente horizontal tal como en la Figura 12 son necesarios para las cargas pesadas y sus dimensiones deben permitir un periodo de retención de seis horas. Esos depósitos requieren, sin embargo, la eliminación regular del cieno, por lo que es necesario disponer de un depósito de reserva. La eliminación del cieno

puede efectuarse por gravedad o con una bomba de cieno después de haber bombeado las materias flotantes al depósito de reserva. [29]

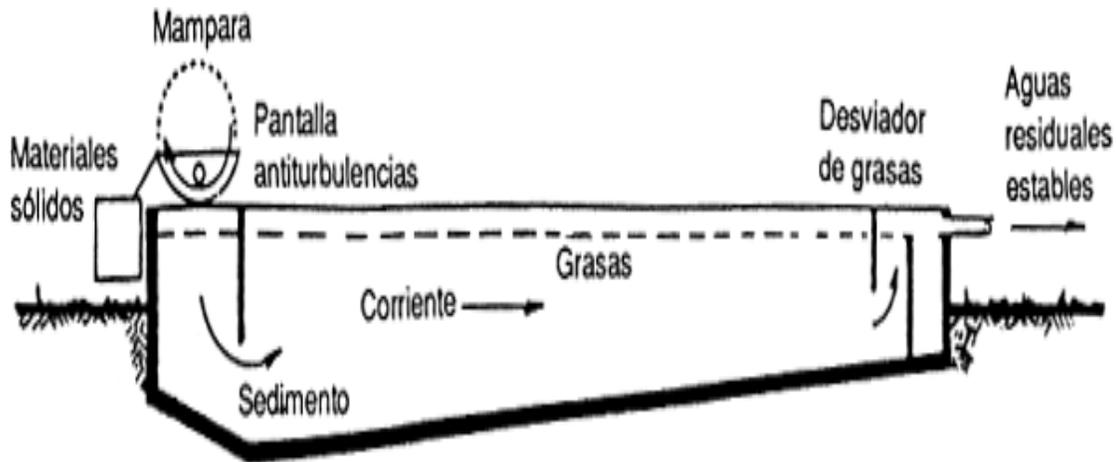


Figura 12. Cisterna de sedimentación de corriente horizontal. [29]

Los depósitos cilíndricos de sedimentación vertical tal como se ve en la Figura 13 de fabricación local parecen ser sedimentadores primarios más eficientes y eficaces en función de los costos para los mataderos de tamaño mediano. Se pueden fabricar de acero con revestimiento epóxico, con fibras de vidrio o contruidos en forma rectangular empleando hormigón armado, si se dispone de este material. [29]

Al ser los ángulos de 60 grados, el cieno de las paredes se quita solo. El requisito fundamental es en este caso que se produzca cierto grado de turbulencia en la entrada para lograr la mezcla e impulsar la floculación. Las turbulencias deben evitarse en los demás lugares. Con el empleo de la gravedad, los sólidos se asientan y se concentran en la base, desde la que pueden extraerse a través de la calcula. Las aguas residuales clarificadas se extraen suavemente de la parte superior. [29]

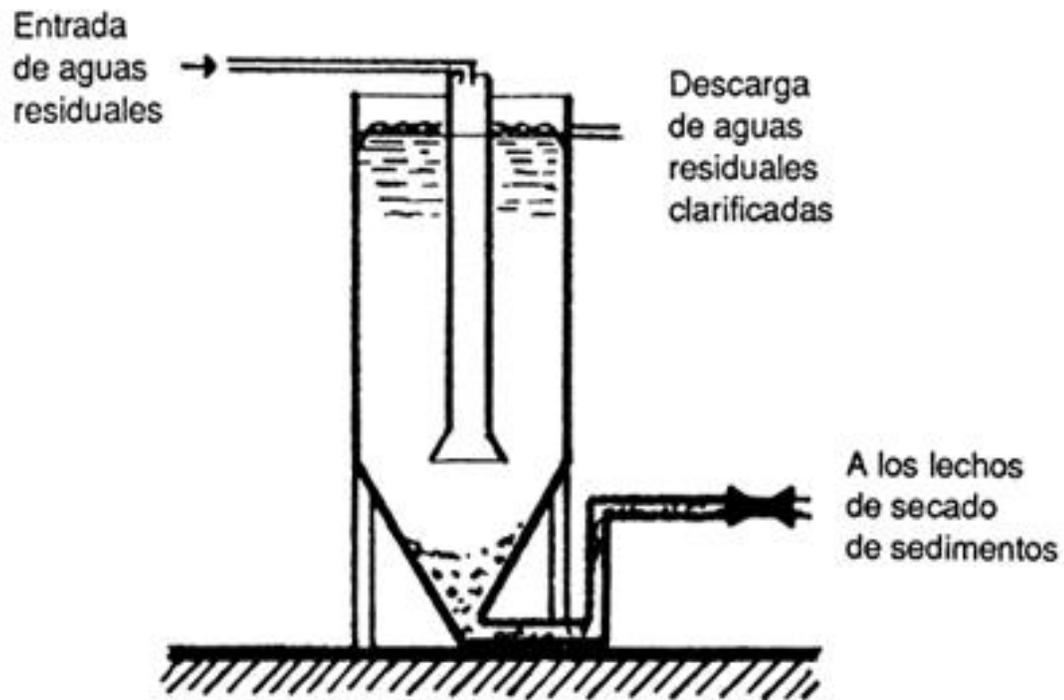


Figura 13. Cisterna de sedimentación de corriente vertical. [29]

En el modelo de tratamiento de desechos orgánicos y aguas residuales que se va a implementar en el matadero de San Cristóbal se utilizan los siguientes sistemas: [29]

4.5 SISTEMA POR FLOTACIÓN DE AIRE (DAF)

La flotación con aire disuelto se usa principalmente en el tratamiento de aguas residuales que contienen grandes cantidades de residuos industriales con altas cargas y sólidos suspendidos finalmente divididos. [21]

Los sólidos con un peso específico ligeramente mayor a 1 que necesitan excesivos tiempos de sedimentación, pueden separarse mediante este proceso. La flotación con aire disuelto encuentra cada vez más aplicación en las plantas de tratamiento municipales para espesar el lodo activado sobrante procedente de los tanques de aireación así como de lodos químicos floculados de la industria en general. [21]

El flujo de alimentación, el efluente clarificado y el lodo flotando están todos dentro de una única y multifuncional columna central. [21]

Al mismo tiempo la alimentación y el agua clarificada así como el lodo separado, siguen una trayectoria uniformemente radial a través de diferentes secciones de la celda. La corriente de alimentación, es llevada inmediatamente a la superficie debido a la acción de flotación de la micro burbujas, que al ser primero sometidas a una presión menor a la sometida, estas se liberan en micro burbujas que se adhieren a la superficie del lodo floculado, con la consiguiente separación de los sólidos del agua, distribuyéndose uniformemente a través del área de flotación. [21]

De esta manera el agua clara se deposita en el fondo, y esta capa es forzada a pasar a través de los baffles de conducción a la salida y el lodo flotando es recogido rápidamente sin remover las capas formadas y sin causar disturbios en el agua clarificada mediante un dispositivo de recolección que conduce el lodo al centro del tanque de flotación y a su vez es llevado hacia el tanque de lodo pesado. [21]

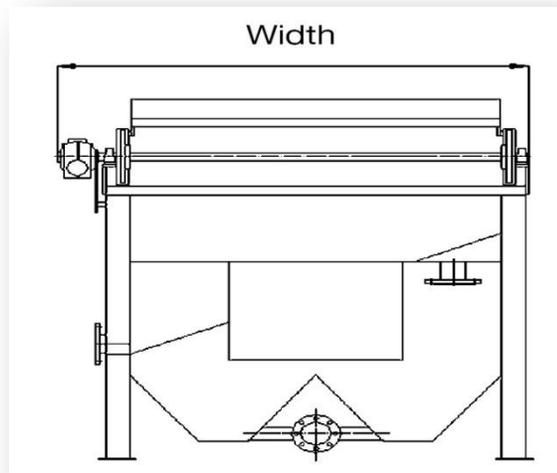


Figura 14. Tanque DAF.

4.6 LOS SISTEMAS ANAERÓBICOS UASB

El proceso de degradación anaerobia se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, es decir sin la introducción de oxígeno a través de compresores. Los procesos anaeróbicos se utilizan muy eficientemente para descontaminar aguas residuales de mediana a alta carga orgánica como en el presente caso. [22]

La base del tratamiento anaeróbico son los digestores UASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket) o tanques anaerobio de lecho de lodos con flujo ascendente, desarrollado en 1971 en Holanda, han sido utilizado ampliamente en Europa y en Latino América, concretamente en Brasil donde hay 2500 unidades registradas y en operación. [22]

Las ventajas económicas del tratamiento anaerobio de efluentes residuales urbanos son consecuencia fundamentalmente del ahorro energético comparado con el alto costo de los tratamientos aeróbicos (lodos activados) y la generación de una menor cantidad de lodos más estabilizados y de más fácil tratamiento equivalentes al 10 % de la materia orgánica degradada. [22]

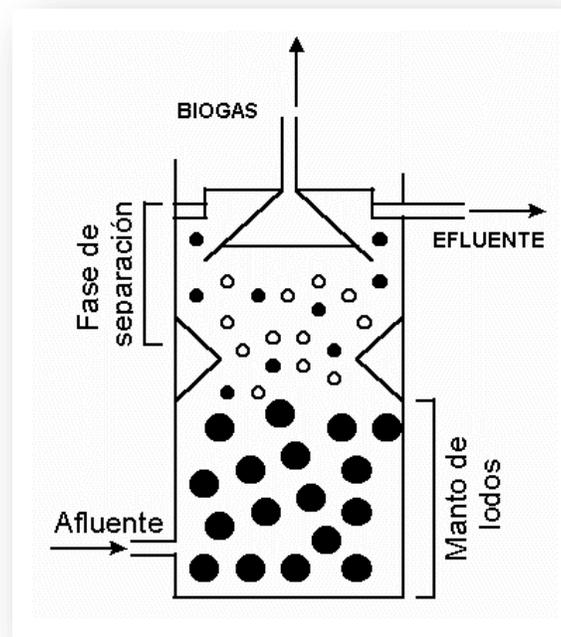


Figura 15. Tanque UASB.

4.7 CLARIFICACIÓN

La técnica de clarificación es ampliamente difundida en la remoción de turbiedad y color del agua e implica la utilización de coagulantes. Estos provocan que las finas partículas que determinan la turbiedad se agrupen, formando flóculos cuya precipitación y remoción es mucho más simple. [23]

El dosaje de coagulantes requiere una primera etapa de mezclado vigoroso para lograr la dispersión del producto, seguida de agitación lenta que promueve la formación de flóculos. Finalmente, la corriente a clarificar se deja en reposo para que precipite el material suspendido. [23]

El fenómeno de coagulación generalmente implica la presencia de aluminio o hierro, en conjunción con un anión fuerte, sulfato o cloruro. El sulfato de aluminio, coagulante por excelencia, encuentra múltiples aplicaciones gracias a su eficacia y flexibilidad en la remoción de aguas con alta turbiedad y bajo color, así como en casos de baja turbiedad con color. [23]

Es conveniente regular el pH para incrementar la efectividad del dosaje, recomendando trabajar entre 5.5 y 8, o inclusive a más de 9 cuando simultáneamente se ablanda el agua con agregado de cal y/o soda Solvay. En algunos casos, el sulfato de aluminio es reemplazado con ventajas por productos similares, como el sulfato o cloruro de hierro. El fenómeno electrostático es similar en todos los casos, ya que la misión del anión es neutralizar la cargas positivas de los metales -que se repelen- favoreciendo la aglomeración de partículas -flóculos- que conforman una masa gelatinosa. [23]

5 MATADERO MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL.

El Matadero Municipal de San Cristóbal; fue creado en el gobierno del Dr. Joaquín Antonio Balaguer Ricardo en el año de 1970, a comienzos estuvo administrado por el consejo municipal, en 1971 fue dado en concepción a la empresa privada, consecuentemente a dos empresas más de capital particular. En el 2002 fue retomado por la alcaldía municipal de San Cristóbal, en el mandato de Aníbal Santana y más tarde paso a un arrendatario; es el que actualmente le hizo una transformación al Matadero Municipal pasando de realizar los procesos en el suelo y con herramientas poco factibles para los trabajadores a herramientas mecanizadas por medio de rieles que facilitan el manejo de los animales, catalogándola como una organización semi-industrial. Esta empresa está localizada en República Dominicana en la provincia de San Cristóbal, sector San Antonio, en la calle Bernardo Alíes #45 justo frente a la carretera vieja próximo a la terminal de minibuses de la ruta B, el cual ocupa un área aproximada de 2000 m², además es un organismo privado, ya que cada ganadero tiene que cancelar un mínimo de RD\$100 por cada res o cerdo que quiere que sea sacrificado, pero las instalaciones de la misma pertenecen al consejo Municipal de la alcaldía de San Cristóbal, así mismo tiene como función sacrificar, examinar y preparar en perfectas condiciones animales de granja como el ganado y cerdos; cada lote de ganado está comprendido aproximadamente entre diez (10) y quince (15) reses diarias, excepto en temporada alta que va desde treinta (30) a cincuenta (50) reses y treinta y cinco (35) cerdos al día, para luego ser distribuidos en las distintas carnicerías y supermercados, que más tarde serán comercializadas y aptas para su consumo.

Por otra parte estas instalaciones cuentan con un total de cuarenta y cinco (45) trabajadores de los cuales quince (15) son obreros fijos, el resto lo conforman obreros indirectos y la parte administrativa, que cumplen el siguiente horario: los días martes, miércoles y viernes de 8:00a.m. a 12:00p.m. y, de 1:00p.m. a 4:00p.m. y finalmente, los sábados el horario de trabajo es de 8:00a.m. a 12:00m. A excepción de los días lunes y jueves que hay más producción; cumplen el horario ya establecido, pero si todavía queda actividad por realizar deben cumplir con horas extras hasta terminarlas, en ese caso se contratan más obreros aledaños a la zona (solo por esos días).

5.1 CONTROL DE LOS PROCESOS

El matadero opera de acuerdo con una capacidad del noventa y cinco por ciento (95%) y el cinco por ciento (5%) restante, de un cien por ciento, se debe a los días que no hay agua, debido a que no se puede trabajar. De acuerdo con la producción ya sea tanto del ganado como los cerdos es muy poco lo que se desecha; en el caso de los cerdos solo se desecha su pelo y vejiga, ya que no tiene ninguna utilidad. Por otra parte, el ganado se desecha el cráneo, la mandíbula, las orejas, los cascos de las patas y en ocasiones los cachos por motivo de que no siempre vienen personas interesadas en llevárselos para la producción de subproductos como botones, harinas cárnicas, entre otros.

5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El matadero a estudiar está ubicado en la localidad de San Antonio, de San Cristóbal. Al norte queda la cañada de los macos, al sur comunidad de Sainaguá, al oeste, el cementerio municipal y al este el río Nigua.

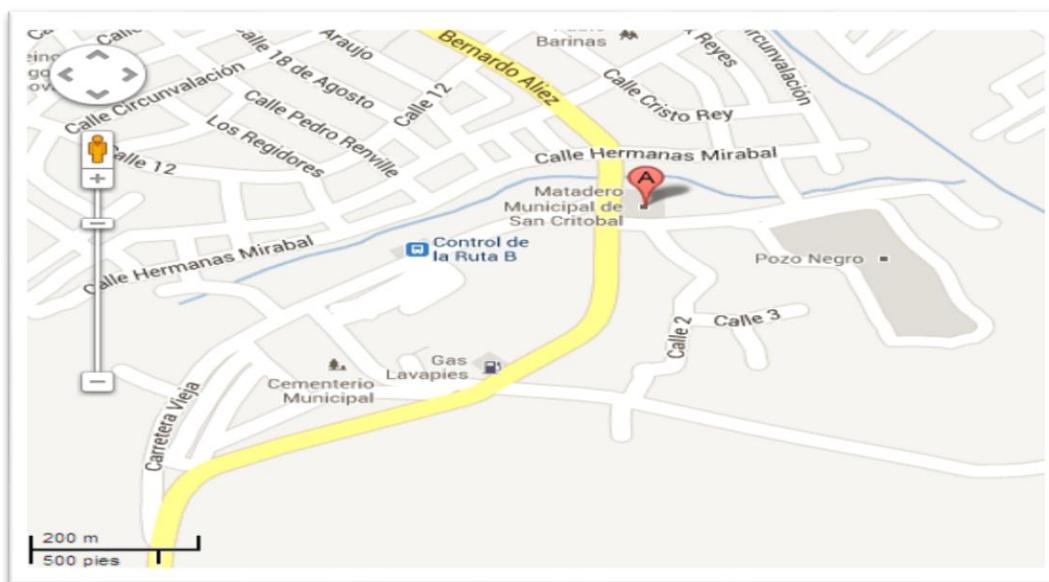


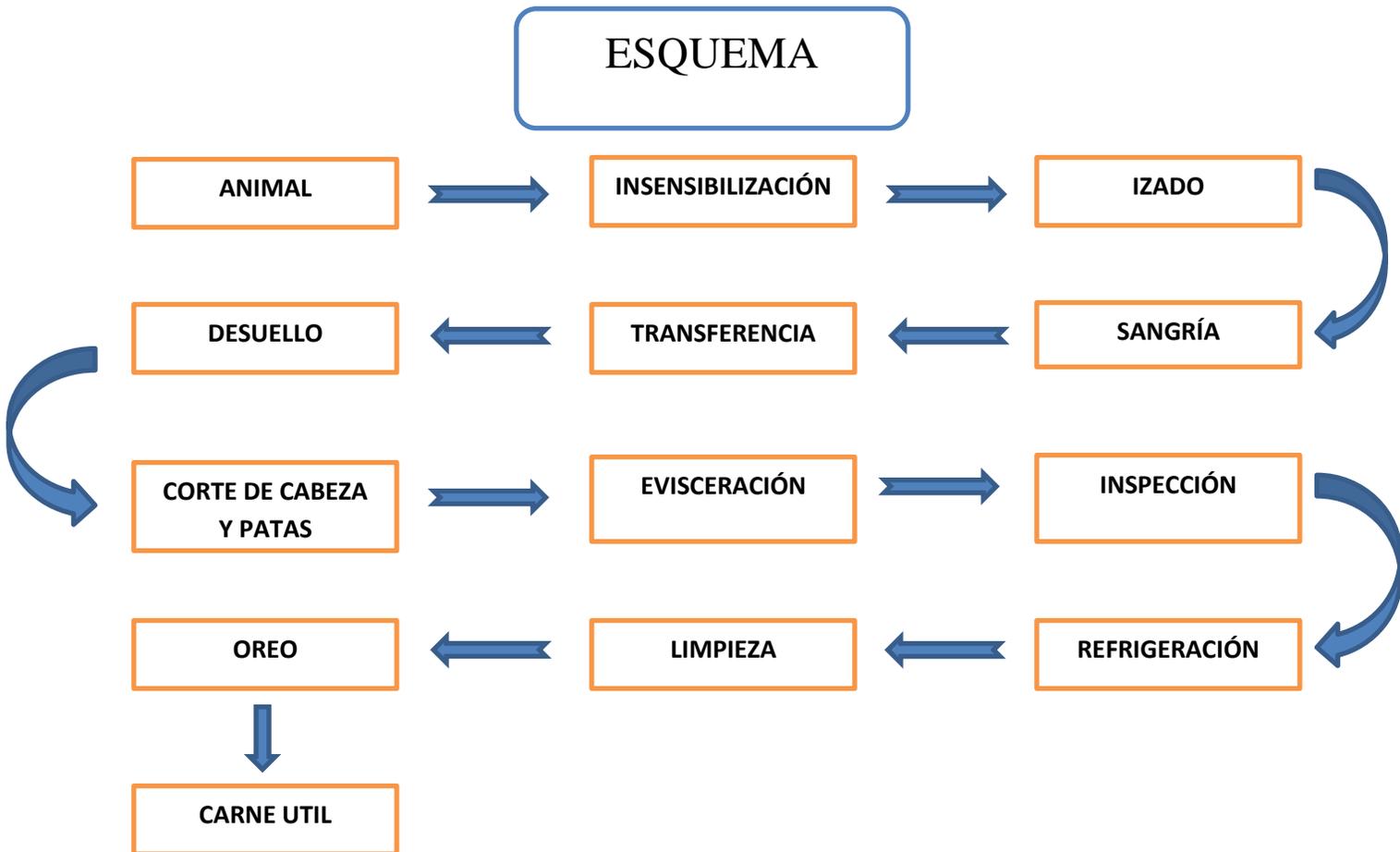
Figura 16. Ubicación matadero de Lavapiés, San Cristóbal. Rep. Dom. (Vista Mapa)



Figura 17. Ubicación matadero de Lavapiés, San Cristóbal. Rep. Dom. (Vista Satelital)

5.3 PROCESO DE FAENAMIENTO

A continuación se presenta básicamente un esquema del proceso:



El esquema anterior describe de manera global el proceso llevado a cabo en el matadero municipal de San Cristóbal. A continuación se describen las etapas del proceso:

5.3.1 Etapas del proceso y descripción de las actividades

5.3.1.1 Proceso para las reses o vacas

1. Recibimiento de las Reses. Descarga

En esta etapa se reciben a los camiones con el ganado. Para facilitar la descarga del mismo se utiliza un instrumento llamado fuate o látigo con el cual las golpean para conducirlos y movilizarlos haciéndolos bajar por una rampa hasta que todos lleguen al corral en donde luego, son seleccionados para ser sacrificados en consideración del propietario.

La siguiente fotografía más abajo presenta el proceso descrito anteriormente.



Figura 18. Camión de descarga de animales vacunos.

2. **Insensibilización:** ocurre cuando al animal es sometido al proceso de aturdimiento por un golpe en el cráneo. Con esto se consigue que el animal entre más relajado a la playa de faena. Una vez es insensibilizado se da paso al comienzo al faenamamiento. La siguiente fotografía muestra lo descrito anteriormente.



Figura 19. Área de descarga. En esta fotografía se puede ver una elevación hecha en concreto donde son guiadas las reses para su aturdimiento.

3. **Izado y sacrificio:** Una vez insensibilizado, el animal es colgado de las patas traseras en una zona muy pequeña donde entran una dos (2) vacas. En la parte superior se encuentra un obrero que es quien realiza unas pequeñas punzadas, por medio de una barra de hierro que

contiene una punta muy filosa conducida sobre el animal con el objetivo de romper su medula espinal hasta conseguir neutralizarle al instante. Luego, es levantado de una pata por medio de una cadena que ejerce fuerza a través de una polea. La siguiente fotografía muestra como es colgado el animal y donde se lleva a cabo ambas etapas simultáneamente.



Figura 20. Lugar de faenamiento y donde son izadas las reses.

4. Desangrado: Cuando la vaca es alzada el obrero por medio de un objeto punzante atraviesa su cuello provocándole una fuerte hemorragia consiguiendo con esto su muerte de forma casi instantánea. El mismo obrero le quita la cabeza y las patas delanteras las cuales son tiradas en el piso para luego llevarlas hacia unos rieles consiguiendo un más fácil su manejo.

5. Transferencia: en esta etapa se hace correr al animal colgado de la noria por un espacio relativamente largo mientras se desangra. Sobre el piso donde la sangre va directamente al drenaje.



Figura 21. Drenaje donde es vertida la sangre de la Res.

6. El desollado: Dos obreros ubicados en una plataforma hacen orificios en los tendones del animal para insertarle ganchos, y poder quitarles las patas traseras, y comenzar con el desollado o descuerado. *En esta etapa ya deja de llamarse res y toma el nombre de camal.* Posteriormente, otro obrero está ubicado en tierra quita la piel de los costados del camal. Seguidamente sobre otra plataforma, otros dos obreros más, esperan recibirlo con la finalidad de soltar la piel que se encuentra en la cola y muslos. Allí el camal solo queda con

la piel sujeta del lomo. Minutos después uno de los obreros toma una parte de la piel para introducirla en una máquina que tiene forma de rodillo y completar quitarla por completo.

Veamos la figura 22.



Figura 22. Camal desollado.

7. Degüello: Terminada la transferencia comienza el proceso de extraer toda la piel al animal. El cuero es trasladado a otro sector del frigorífico donde se sala o se cuelga estirado (estaqueo) para que se seque o deshidrate, siendo ambos, métodos de conservación. La figura 23, 24 y 25 muestran estos lugares:



Figura 23. Frigorífico.



Figura 24. Depósito de sal.



Figura 25. Lugar donde es salado el cuero.

8. **Extracción de órganos:** Existe un lugar donde se abre el camal por la mitad facilitando la extracción de las vísceras tanto blancas como rojas que luego serán puestas en carretillas para ser lavadas. Son puestas en cocción don hay una especie de librillo, callo y unos cascós. Es en el cuarto de mondonguería en donde ocurre todo el proceso de cocción y lavado de las vísceras blancas. En una pequeña olla se colocan las patas para que se puedan soltar los cascós y colocarlos en una cesta aparte para luego desecharlos. En ese mismo lugar se observan otras dos ollas con una gran capacidad de aproximadamente de setenta (70) litros de agua a cien grados centígrados (100 °C) en donde se coloca la chinchurria.



Figura 26. Res luego de ser extraído los órganos.

9. Corte: Por medio de una sierra eléctrica se efectúa un corte originando dos medias canales, las cuales ya están plenamente identificadas. La carne se deja uno minutos sin contacto alguno para que se oree y forme una capa protectora.

5.3.1.2 Proceso para los Cerdos

Este proceso es similar al de las vacas. Veamos las etapas.

1. Recibimiento de las Reses. Descarga.

En esta etapa se reciben a los camiones con el cerdo. Para facilitar la descarga del mismo se utiliza un instrumento llamado fuate o látigo con el cual las golpean para conducirlos y movilizarlos haciéndolos bajar por una rampa hasta que todos lleguen al corral en donde luego, son seleccionados para ser sacrificados en consideración del propietario. Esta zona es llamada *zona de descanso*.

La siguiente figura 27 muestra una fotografía del proceso descrito anteriormente.



Figura 27. Corral de cerdos.



Figura 28. Área de descarga de los cerdos.

2. **Lugar de Sacrificio:** En este lugar el obrero acorrala en una pequeña jaula aproximadamente quince (15) cochinos, allí son sometidos a un proceso de lavado durante diez minutos para despojarlos de la suciedad que contienen. Más adelante, se procede a hacer un corte en la vena yugular del animal



Figura 29. Lugar de sacrificio de los cerdos.

3. **Horno:** En esta etapa son lanzados uno a uno los cochinos en una tina que tiene una capacidad de trescientos litros (300 lts) de agua al día a una temperatura de sesenta grados centígrados (60°C). Luego, son movidos por una especie de pala. El obrero encargado de esa zona cumple con la función de trasladar los cochinos hacia la ducha, la cual comienza a girar y sus pinzas. Se encargan de quitarles el pelo.



Figura 30. Horno.

4. **Mesa:** Aquí el personal obrero termina de quitar el pelo excedente manualmente con instrumentaría afilada. Proceden a abrirlos y automáticamente le extraen la lengua. Ver la figura 31.



Figura 31. Cerdos pelados.

5. Limpieza: La limpieza se realiza de forma manual y de esta manera se extraen todos los órganos. Las vísceras rojas son puestas para ser lavadas, mientras que, las vísceras blancas se colocan en tanques para después ser limpiadas. Posteriormente, se procede a quitarle la piel solo a los cochinos que serán transportados a las industrias productoras de jamón. No obstante, si son llevados a las distintas carnicerías y supermercados no se les quita. A continuación, la figura 32, de muestra la meseta donde son limpiados los cerdos:



Figura 32. Cerdos eviscerados y limpiados.

6. Pesaje: Cada uno de los cochinos es pesado por medio de una báscula de forma manual. La figura 33 se muestra el área de pesaje.



Figura 33. Peso para cerdos.

5.3.1.3 Capacidad de la cisterna del matadero y uso de las aguas para los fines de limpieza.

El matadero municipal de Lavapiés cuenta con una cisterna con una capacidad de aceptar 4 camiones de agua de unos 2,500 galones equivalen a 10,000 galones para uso mensual. Para los fines de limpieza, el personal del matadero gasta 50 galones diariamente que calculados a un período de 30 días se determina que el uso es de 1,500 galones por mes en el consumo de agua. La figura 41 refleja el lugar donde se encuentra esta cisterna.¹

¹ Ver en el anexo figura 41

CAPITULO II

ANÁLISIS DE SITUACIÓN Y CÁLCULOS PARA EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A TRAVÉS DE LOS DESECHOS DEL MATADERO DE SAN CRISTÓBAL

CAPITULO II

ANÁLISIS DE SITUACIÓN Y CÁLCULOS PARA EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A TRAVÉS DE LOS DESECHOS DEL MATADERO DE SAN CRISTÓBAL

La generación de energías no convencionales se ha constituido en el principal objetivo mundial que busca mejorar y conservar el ambiente, gracias a esto en la actualidad se están implementando biodigestores generadores de biogás que utilizan como base desechos orgánicos a un bajo costo, y de fácil construcción. Un biodigestor es un contenedor que genera biogás y abono natural a partir del material orgánico, principalmente excretas (animales y humanos) y desechos vegetales. Se trata de un sistema sencillo y económico que recicla los residuos orgánicos convirtiéndolos en energía y fertilizantes para usos agrícolas, ideal para comunidades rurales y países en vías de desarrollo. (**Guevara, A. 1998**).

Los biodigestores son utilizados para tratar el estiércol de bovinos y porcinos, que producen una mayor cantidad de biogás. En el caso de usar este gas para generar energía eléctrica, el sistema alimenta a un motor a diesel conectado a un generador, mientras que para las aplicaciones térmicas, el gas es inyectado a un quemador que puede ser incorporado a calderas, hornos y secadoras. Algunos modelos pueden requerir costos altos, dadas las posibles dificultades de su instalación y puesta en marcha, aunque en los años 60, los materiales plásticos flexibles supusieron el abaratamiento de este tipo de sistemas. El

polietileno ha permitido la expansión en la actualidad de los biodigestores por toda América Latina, Asia y África. En cualquier caso, las diferentes necesidades y recursos disponibles de sus posibles destinatarios han llevado al desarrollo de cerca de 70 variedades, que incluyen desde versiones muy básicas y artesanales hasta construcciones de tipo industrial.(Fiksel, J. 1998).

a. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA CON EL MEDIO

AMBIENTE

Al ser los mataderos establecimientos en los que se sacrifican los animales constituyen la primera etapa en el proceso de industrialización de la carne y generan gran cantidad de subproductos orgánicos que afectan el ecosistema y deben tratarse adecuadamente, mediante sistemas de filtrado y biodegradación.

b. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La presente investigación se ha enfocado en el manejo de desechos orgánicos e inorgánicos debido a que en los mataderos dominicanos, el tema ambiental no tiene la relevancia debida, por la falta de recursos económicos y por el desconocimiento en cuanto a la gestión ambiental es por esta razón, que en la mayoría de camales municipales, los residuos sólidos y líquidos son dispuestos de manera inadecuada, generando un impacto adverso en la biodiversidad local y en el uso del agua.

En general, los efluentes de mataderos contienen elementos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno. La sangre es el principal contaminante, aportando una DQO promedio entre 3000 - 15.000 mg/l y una elevada cantidad de nitrógeno, con una relación carbono/nitrógeno del orden de 3:4. Proteínas y grasas son el principal componente de la carga orgánica presente en las aguas de lavado, encontrándose otras sustancias como la heparina y sales biliares. También contienen hidratos de carbono como glucosa y celulosa y generalmente detergentes y desinfectantes. Cabe destacar que estas corrientes presentan un contenido de microorganismos patógenos importante. Se estima que entre el 25% - 55% del total de la carga contaminante medida en DBO5, son arrastradas por las aguas de limpieza.

c. PROBLEMAS QUE REPRESENTAN LOS MATADEROS A LA COMUNIDAD

En la mayoría de mataderos municipales, los residuos sólidos y líquidos provenientes de la actividad de faenamiento son vertidos en el drenaje o cuerpos hídricos. Esta situación representa, además del evidente daño ambiental, un gran desperdicio de recursos que pueden ser rehusados y considerados como un subproducto de la matanza. Esto significa que se requiere un cambio de paradigma, hacia una visión ambientalista en el que se entienda que los residuos son recursos que pueden y deben aprovecharse. Al mismo tiempo, se disminuye la contaminación ambiental y se previenen riesgos a la salud humana.

d. SOLUCIÓN OFRECIDA PARA UNA PLANTA DE BIOGÁS Y PURIFICACIÓN DE AGUA

El tratamiento de estas aguas residuales se la realiza generalmente por medio de los siguientes procesos.

- Tratamiento primario: cribado, tamizado, sedimentación para la separación de sólidos las grasas emulsionadas, desengrasado
- Tratamiento biológico en digestores anaeróbicos y vermifiltros
- Filtros del carbón para el control de olores
- Desinfección del efluente y tratamiento de lodos por vermicompostaje
- Según la Ley de Mataderos (Art.1) : “Se entiende por Matadero o camal Frigorífico, el establecimiento dotado de instalaciones completas y equipo mecánico adecuado para el sacrificio, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las especies de carnicería bajo varias formas, con aprovechamiento completo, racional y adecuado de los subproductos no comestibles, cuando la cantidad justifique su aprovechamiento industrial. Poseerán instalaciones de frío industrial proporcionales a su tamaño”.

El biogás se utiliza como combustible en reemplazo del bunker, GLP que se utiliza en las calderas o en generadores para la producción de electricidad, o generación de refrigeración.

A) Modelo conceptual de la planta de biogás

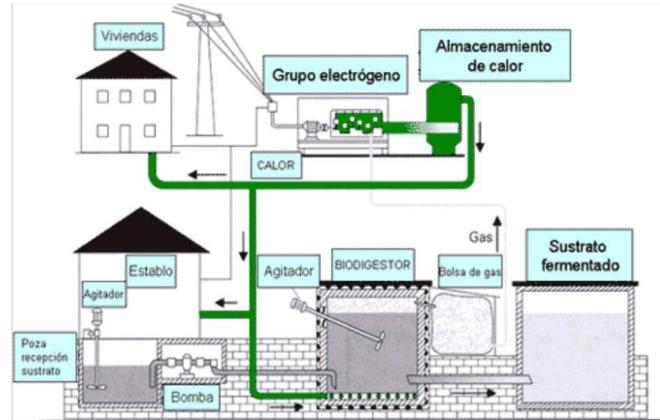


Figura 34. Planta de concepto

Es muy importante tener la precaución de no cargar el digestor con estiércol de animales enfermos o en tratamiento con antibiótico, pues este puede continuar su acción atacando las bacterias.

En el documento del proyecto CVV-GTZ (19), se encuentra la relación entre la producción de desechos y la de biogás para diferentes clases de animales. Por ser de vital importancia esta información, se produce en la tabla 3.

Tabla 3. Producción de desechos y de biogás.

Clase de animal	Producción diaria	Materiales		Producción
	De estiércol en % de p.v (1)	<u>de fermentación</u> Lts biogás/kg de estiércol x % MSO.		
		%MST	%MSO	
Bovino	5	15-16	13	250
Porcino	2	16	12	350
Caprino	3	30	20	200
Equino	5	25	15	280
Aves	15	25	17	400
Humanos	1	20	15	300
Vermifiltro = (0.12%)*QTEI		*p. v = Peso Vivo		
Tanque DAF= (0.099%)*QTEI				
Tanque UASB = (5.95%)*QTEI				
Filtros de Arena = (0.89%)*QTEI				
Clarificación= (5.95%)*QTEI				

Nota 1:

La **tabla 3** indica el promedio de la cantidad porcentual del peso del animal vivo (**%p.v.**), que el mismo animal contiene de estiércol consigo; luego la misma indica el porcentaje del material de estiércol húmedo (**% MSO**) por el cual se debe multiplicar la producción aparente de litros de biogás por kilogramo de estiércol por día, para obtener la producción total de **Biogás resultante**, al multiplicarlo también por el total de kg de estiércol disponible, según los animales que lo producen vivos estando en la granja o en el establo.

Nota 2: Asumimos que la densidad del estiércol húmedo es equivalente a la del agua: Así un kilogramo de estiércol húmedo equivaldría a un litro de volumen líquido de estiércol.

O lo que es igual: 1 kg. = 1 Litro = 1 dm³ = 1000 cm³ = 1000 cc. = 0.001 mt³

O sea para decir kg de estiércol húmedo sería lo mismo que decir litros de estiércol húmedo.

Nota 3: El estiércol líquido (con o sin la fermentación de biogás) puede ser separado en sus fracciones líquida y sólida.

Hay varias técnicas disponibles:

- Separar una fracción sólida con un contenido de materia seca de menos del **20%**. Esta mezcla aún puede ser bombeada y aplicada al campo (bien sea por aspersión o por inyección directa en el suelo).
- Maquinaria para separar una fracción sólida de 60 - 70 % MS.

Fuente: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Tech/32ManPro.htm>

Ejemplo 1: Deseamos calcular la **cantidad de biogás y abono composta** que producirían **1,000 cerdos adultos** confinados en una granja porcina. Además es de interés calcular la cantidad aproximada de los **galones de gasoil regular** equivalentes en poder energético al biogás crudo producido, además es de interés saber los ingresos en dinero equivalentes por dicha producción. Por último, es necesario calcular la **cantidad de Biometano** (Biogás refinado que se podría obtener si no se usara crudo el biogás y decidiéramos refinarlo para retirarle el azufre y otras impureza con un filtro de **hidróxido de sodio** también llamadas **cáustica (NaOH)**, o con una pequeña torre de decantación por gravedad y lavado con agua).

I) Planteo:

- 1) Se dispone de 1,000 cerdos de unos 150 kg. c/u.
- 2) La tabla 3 indica: Porcino, 2% p.v., 16 % MST, 12% MSO, 350 Lts de Biogás/Kg de estiércol/día
- 3) Precios de los combustibles en Santo Domingo, del **1 al 7 de Junio, 2013.**

Fuente: (<http://www.seic.gov.do/hidrocarburos/avisos-semanales-de-precios/combustibles.aspx>)

Gasolina Premium	RD\$249.70
Gasolina Regular	RD\$229.70
Gasoil Premium	RD\$210.20
Gasoil Regular	RD\$203.50

Kerosene	RD\$193.00
Gas Licuado de Petróleo (GLP)	RD\$96.78
Gas Natural Vehicular (GNV)	RD\$30.50

4) Valor actual del composta en fundas de 50 libras: RD\$150.00

Fuente: <http://www.diarioanuncio.do/busco/abono-organico-de-lombris-roja/60/republica-dominicana-duarte>

5) Valor del dólar actual (22/07/2013):

Compra	Venta
RD\$41.53/dólar,	RD\$41.98/dólar

Fuente: https://www.bpd.com.do/sites/bpdpublico/SP/Banca_Personal/Paginas/Instructivos-Red-Movil.aspx

**e. CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y DATOS
CUANTITATIVOS DE LOS ANIMALES DEL MATADERO
MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL**

El matadero municipal de San Cristóbal se encarga de sacrificar dos clases de animales: cerdos y reses para el consumo local. Actualmente el promedio de reses sacrificado es de 13 por día y 29 cerdos. En el caso particular de las reses el matadero aprovecha casi todo para la venta excepto la sangre. Esta es drenada y vertida al drenaje local que conduce directamente a la planta de tratamiento de aguas residual del municipio de San Cristóbal. No obstante, de los cerdos aprovechan todo en su totalidad para la venta y consumo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se referirán cálculos para determinar el costo total de producción de biogás en diferentes escenarios o condiciones. Esto es, ¿qué costo se tendría para una res viva? ¿Cuánto para cuando es sacrificada? ¿Cuánto para el porcino vivo? ¿Cuánto para el porcino sacrificado?

5.1 CÁLCULOS PARA VACAS Y CERDOS

5.1.1 Cálculo para vacas en Matadero de San Cristóbal

Basados en la determinación del peso en libras de las vacas utilizamos nuestros cálculos para determinar la producción de biogás por cada unidad de animal y determinar el porcentaje de estiércol que produce. Analizando pues, las vacas se observa que, el tamaño

más grande de esta res viva es 800 libras mientras que la más pequeña pesa 100. Luego, de ser sacrificado el animal más grande, sin vísceras, pesa 600 libras. Las vísceras y estiércol pesan 200. Las vísceras solas 170 y el estiércol 30 libras.

Tabla 4. Peso de la vaca viva, sacrificada sin vísceras, vísceras y estiércol, estiércol.

Vacas						
Peso en Libras						
	Viva	Sacrificada vísceras	sin Vísceras estiércol	+	Vísceras estiércol	- Estiércol
Tamaño del animal más Grande	800	600	200		170	30
Tamaño del animal más pequeño	100	75	25		21.25	3.75
Promedio	450	337.5	112.5		95.625	16.875

Realizando los mismos cálculos para el caso del animal más pequeño encontramos que para una vaca de 100 libras después de sacrificado (sin sangre, sin vísceras) su peso es 75 libras. Las vísceras y el estiércol tienen un peso de 25 libras. La víscera sola tiene un peso de 21.25 libras y el resto, 3.75 libras, es estiércol.

Considerando la media del peso del animal vivo de tamaño más grande (800 libras) versus el más pequeño (100 libras) se tendría un valor de 450 libras que equivaldría a 204.12 kg. Después del sacrificio este pesaría 153.09 kg en un promedio de peso de 337.5 libras. El peso promedio de las vísceras sola es de 51.03 kg. La cantidad de estiércol promedio para un peso promedio de sacrificio de animales de 450 libras es de 7.6545 kg.

Tabla 5. Peso promedio de vacas.

	Antes de sacrificio kg	Después de sacrificio kg	Peso de las vísceras (kg)	Cantidad de estiércol kg	Sacrificado/	Vivo/Vísceras
Peso promedio de vacas	204.12	153.09	51.03	7.6545	33%	25%

5.1.2 Costo total de producción de biogás para 13 vacas no sacrificado (animales vivos).

Se realizará a continuación un desglose por fase de las variables que ayudarán a la determinación del costo total de producción de biogás para animales no sacrificados.

Retomamos pues, nuestro caso particular: 13 reses no sacrificadas y cuyo peso promedio por día sea 450 libras. El cálculo será limitado para un período de 30 días.

Total peso de reses:

$$\frac{[(13 \text{ reses})(450 \text{ libras})]}{[(2.2 \text{ libras})/(1 \text{ kg})]} = 2,653.52 \text{ kg}$$

Fase 1: El estiércol producido es el 5% de su peso²

Se multiplica el total del peso de las reses por el porcentaje del peso de dicha res.

$$(2,653.52 \text{ kg} * 5\%) = 132.68 \text{ kg}$$

² Anexo. Tabla 2. *Proyecto Salatier-Camilo. Producción de desechos y de biogás. (2012)*

Fase 2: Masa de fermentación

Habiendo obtenido el estiércol que se logra producir, multiplicamos este valor por el 13% de MSO para determinar la masa de fermentación.

$$(132.68 \text{ kg} * 13\%) = 17.25 \text{ kg}$$

Fase 3: Cantidad de biogás que se produce en litros/día

Después de obtener la masa de fermentación multiplicamos este valor por 250 litros por día y conseguimos la cantidad de biogás expresado en litros de gas por día.

$$17.25 \text{ kg} * 250 \text{ litros/día} = 4,311.97 \text{ litros gas/día}$$

Fase 4: Llevamos a mts³

La cantidad de biogás producida es llevada a una expresión de mts³ de biogás por día. Para esto dividimos entre mil la cantidad mencionada.

$$(4,311.97 \text{ Litros gas /día}) / 1000 = 4.31 \text{ mts}^3/\text{día}$$

Equivalencia

$$1 \text{ mts}^3 \text{ de biogás} = 0.60 \text{ litros de gasoil}$$

$$1 \text{ galón gasoil} = 3.78 \text{ litros de gasoil}$$

Fase 5: Biogás/galón

En esta fase se procede a realizar una regla de tres para determinar la cantidad de mts³ de biogás por galón. Este valor ayudará más adelante a determinar la cantidad de producción de biogás por día.

$$3.78 \text{ litros de gasoil} / 0.60 \text{ litros de gasoil} = 6.30 \text{ mts}^3/\text{galón}$$

Fase 6: Cantidad de galones por día

a) Cantidad de producción de biogás por día

$$4.31/6.30 = 0.68 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día}$$

b) Cantidad de producción de biogás por mes

$$0.68 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día} * 30 \text{ días} = 20.53 \text{ mts}^3 \text{ de biogás/mes}$$

* Realizando un regla de tres se determina lo siguiente:

Si, 1 galón de gasoil equivale a 6.30 mts³ de biogás, entonces, 20.53 mts³ de biogás por mes equivalen a 3.26 galones

Fase 7: Costo total de producción de biogás

Sabiendo que 1 galón de gasoil equivale a RD\$203.50 el costo total de producción total será:

$$\text{RD\$}203.50 * 3.26 \text{ galones} = \text{RD\$}663.25$$

5.1.3 Costo total de producción de biogás para 13 vacas sacrificadas.

Esta vez seguimos el mismo criterio de cálculo que utilizamos para calcular un animal No sacrificado y lo aplicamos para vaca sacrificadas.

Se realizará, pues, el desglose correspondiente, por fase, de las variables que ayudarán para la determinación del costo total de producción de biogás para animales sacrificados.

Primero, retomamos pues, nuestro caso particular: 13 reses sacrificadas y cuyo peso promedio por día sea 337.50 libras (Ver tabla 4). El cálculo se limitará a un período de 30 días.

Total peso de reses:

$$\frac{[(13 \text{ reses})(337.50 \text{ libras})]}{[(2.2 \text{ libras})/(1 \text{ kg})]} = 1,990.14 \text{ kg}$$

Fase 1: El estiércol producido es el 25% de su peso³

En la tabla 3 encontramos un valor del 25% que define el porcentaje de estiércol producido para este tipo de animal. Por tanto, se multiplica el total del peso de las reses por el porcentaje del peso de dicha res.

$$(1,990.14 \text{ kg} * 25\%) = 497.53 \text{ kg}$$

Fase 2: Masa de fermentación 13% MSO⁴

Habiendo obtenido el estiércol que se logra producir, multiplicamos este valor por el 13% de MSO para determinar la masa de fermentación.

$$(497.14 \text{ kg} * 13\%) = 64.68 \text{ kg}$$

Fase 3: Cantidad de biogás que se produce en litros/día

Después de obtener la masa de fermentación multiplicamos este valor por 250 litros por día y conseguimos la cantidad de biogás expresado en litros de gas por día.

$$64.68 \text{ kg} * 250 \text{ litros/día} = 16,169.88 \text{ litros gas/día}$$

³ Tabla 3. *Proyecto Salatier-Camilo. Producción de desechos y de biogás. (2012)*

⁴ *Ibíd.*

Fase 4: Llevamos a mts³

La cantidad de biogás producida es llevada a una expresión de mts³ de biogás por día. Para esto dividimos entre mil la cantidad mencionada.

$$(16,169.88 \text{ Litros gas /día}) / 1000 = 16.17 \text{ mts}^3/\text{día}$$

Equivalencia

$$1 \text{ mts}^3 \text{ de biogás} = 0.60 \text{ litros de gasoil}$$

$$1 \text{ galón gasoil} = 3.78 \text{ litros de gasoil}$$

Fase 5: Biogás/galón

En esta fase se procede a realizar una regla de tres para determinar la cantidad de mts³ de biogás por galón. Este valor ayudará más adelante a determinar la cantidad de producción de biogás por día.

$$3.78/0.60 = 6.30 \text{ mts}^3/\text{galón}$$

Fase 6: Cantidad de galones por día

a) Cantidad de producción de biogás por día

$$16.17/6.30 = 2.57 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día}$$

b) Cantidad de producción de biogás por mes

$$2.57 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día} * 30 \text{ días} = 77 \text{ mts}^3 \text{ de biogás/mes}$$

* Realizando un regla de tres se determina lo siguiente:

Si, 1 galón de gasoil equivale a 6.30 mts³ de biogás, entonces, 77 mts³ de biogás por mes equivalen a 12.22 galones

Fase 7: Costo total de producción de biogás

Sabiendo que 1 galón de gasoil equivale a RD\$203.50 el costo total de producción total será:

$$\text{RD\$203.50} * 12.22 \text{ galones} = \text{RD\$2,487.20}$$

5.1.4 Cálculo para cerdos en matadero municipal de San Cristóbal.

Basados en la determinación del peso en libras de los cerdos utilizamos nuestros cálculos para determinar la producción de biogás por cada unidad de los mismos y así, determinar el porcentaje de estiércol. Analizando pues, los cerdos se descubre que el tamaño más grande de estos es: vivos es 800 libras mientras que la más pequeña pesa 100. Luego, de ser sacrificado el animal más grande, sin vísceras, pesa 600 libras. Las vísceras y estiércol pesan 200. Las vísceras solas 170 y el estiércol 30 libras.

Tabla 6. Peso de cerdo vivo, sacrificado sin vísceras, vísceras y estiércol, estiércol.

Cerdos					
Peso en Libras					
	Viva	Sacrificado sin vísceras	Vísceras + estiércol	Vísceras - estiércol	Estiércol
Tamaño del animal más Grande	250	187.5	62.5	53.125	9.375
Tamaño del animal más pequeño	40	30	10	8.5	1.5
Promedio	145	108.75	36.25	30.8125	5.4375

Considerando la media del peso del animal vivo de tamaño más grande (250 libras) versus el más pequeño (40 libras) se tendría un valor promedio de 145 libras que equivaldría a 65.772 kg. Después del sacrificio este pesaría 49.329 kg en un promedio de peso de 108.75 libras. El peso promedio de las vísceras solas es de 16.443 kg. La cantidad de estiércol promedio para un peso promedio de sacrificio de animales de 145 libras es de 2.46645 kg.

Tabla 7. Peso Promedio Cerdos.

	Antes de sacrificio kg	Después de sacrificio kg	Peso de las vísceras	Cantidad de estiércol	Sacrificado/	Vivo/Vísceras
Peso promedio de cerdos	65.772	49.329	16.443	2.46645	33%	25%

5.1.5 Costo total de producción de biogás para 29 cerdos no sacrificado (animales vivos).

Se realizará a continuación un desglose por fase de las variables que ayudarán para la determinación del costo total de producción de biogás para animales no sacrificados.

Retomamos pues, nuestro caso particular: 29 cerdos no sacrificadas y cuyo peso promedio por día sea 145 libras. El cálculo será limitado para un período de 30 días.

Total peso de reces:

$$\frac{[(29 \text{ reces})(145 \text{ libras})]}{[(2.2 \text{ libras})/(1 \text{ kg})]} = 1,874.47 \text{ kg}$$

Fase 1: El estiércol producido es el 25% de su peso⁵

Se multiplica el total del peso de las reses por el porcentaje del peso de dicha res.

$$(1,874.47 \text{ kg} * 2\%) = 37.49 \text{ kg}$$

Fase 2: Masa de fermentación 12% MSO⁶

Habiendo obtenido el estiércol que se logra producir, multiplicamos este valor por el 12% de MSO para determinar la masa de fermentación.

$$(37.49 \text{ kg} * 12\%) = 4.50 \text{ kg}$$

Fase 3: Cantidad de biogás que se produce en litros/día

Después de obtener la masa de fermentación multiplicamos este valor por 350 litros por día y conseguimos la cantidad de biogás expresado en litros de gas por día.

$$4.50 \text{ kg} * 350 \text{ litros/día} = 1,574.56 \text{ litros gas/día}$$

Fase 4: Llevamos a mts³

La cantidad de biogás producida es llevada a una expresión de mts³ de biogás por día. Para esto dividimos entre mil la cantidad mencionada.

$$(1,574.56 \text{ Litros gas /día}) / 1000 = 1.57 \text{ mts}^3/\text{día}$$

Equivalencia

$$1 \text{ mts}^3 \text{ de biogás} = 0.60 \text{ litros de gasoil}$$

$$1 \text{ galón gasoil} = 3.78 \text{ litros de gasoil}$$

⁵ Tabla 3. *Proyecto Salatier-Camilo. Producción de desechos y de biogás. (2012)*

⁶ *Ibíd.*

Fase 5: Biogás/galón

En esta fase se procede a realizar una regla de tres para determinar la cantidad de mts³ de biogás por galón. Este valor ayudará más adelante a determinar la cantidad de producción de biogás por día.

$$3.78/0.60 = 6.30 \text{ mts}^3/\text{galón}$$

Fase 6: Cantidad de galones por día

a) Cantidad de producción de biogás por día

$$1.57/6.30 = 0.25 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día}$$

b) Cantidad de producción de biogás por mes

$$0.25 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día} * 30 \text{ días} = 7.5 \text{ mts}^3 \text{ de biogás/mes}$$

* Realizando un regla de tres se determina lo siguiente:

Si, 1 galón de gasoil equivale a 6.30 mts³ de biogás, entonces, 7.5 mts³ de biogás por mes equivalen a 1.19 galones

Fase 7: Costo total de producción de biogás

Sabiendo que 1 galón de gasoil equivale a RD\$203.50 el costo total de producción total será:

$$\text{RD\$}203.50 * 1.19 \text{ galones} = \text{RD\$}249.19$$

5.1.6 Costo total de producción de biogás para 29 vacas sacrificadas.

Esta vez seguimos el mismo criterio de cálculo que utilizamos para calcular un animal No sacrificado y lo aplicamos para vaca sacrificadas.

Se realizará, pues, el desglose correspondiente, por fase, de las variables que ayudarán para la determinación del costo total de producción de biogás para animales sacrificados.

Primero, retomamos pues, nuestro caso particular: 29 cerdos sacrificadas y cuyo peso promedio por día sea 108.75 libras (Ver tabla 7). El cálculo se limitará a un período de 30 días.

Total peso de reses:

$$\frac{[(29 \text{ reses})(108.75 \text{ libras})]}{[(2.2 \text{ libras})/(1 \text{ kg})]} = 1,405.85 \text{ kg}$$

Fase 1: El estiércol producido es el 25% de su peso⁷

Se multiplica el total del peso de las reses por el porcentaje del peso de dicha res.

$$(1,405.85 \text{ kg} * 25\%) = 351.46 \text{ kg}$$

⁷ Tabla 3. Proyecto Salatier-Camilo. Producción de desechos y de biogás. (2012)

Fase 2: Masa de fermentación 12% MSO⁸

Habiendo obtenido el estiércol que se logra producir, multiplicamos este valor por el 12% de MSO para determinar la masa de fermentación.

$$(351.46 \text{ kg} * 12\%) = 42.18 \text{ kg}$$

Fase 3: Cantidad de biogás que se produce en litros/día

Después de obtener la masa de fermentación multiplicamos este valor por 350 litros por día y conseguimos la cantidad de biogás expresado en litros de gas por día.

$$42.18 \text{ kg} * 350 \text{ litros/día} = 14,761.47 \text{ litros gas/día}$$

Fase 4: Llevamos a mts³

La cantidad de biogás producida es llevada a una expresión de mts³ de biogás por día. Para esto dividimos entre mil la cantidad mencionada.

$$(14,761.47 \text{ Litros gas /día}) / 1000 = 14.76 \text{ mts}^3/\text{día}$$

Equivalencia

$$1 \text{ mts}^3 \text{ de biogás} = 0.60 \text{ litros de gasoil}$$

$$1 \text{ galón gasoil} = 3.78 \text{ litros de gasoil}$$

Fase 5: Biogás/galón

En esta fase se procede a realizar una regla de tres para determinar la cantidad de mts³ de biogás por galón. Valor que ayudará más adelante a determinar la cantidad de producción de biogás por día.

$$3.78/0.60 = 6.30 \text{ mts}^3/\text{galón}$$

⁸ Ibíd.

Fase 6: Cantidad de galones por día

a) Cantidad de producción de biogás por día

$$14.76/6.30 = 2.34 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día}$$

b) Cantidad de producción de biogás por mes

$$2.34 \text{ mts}^3 \text{ biogás/día} * 30 \text{ días} = 70.29 \text{ mts}^3 \text{ de biogás/mes}$$

* Realizando un regla de tres se determina lo siguiente:

Si, 1 galón de gasoil equivale a 6.30 mts³ de biogás, entonces, 70.29 mts³ de biogás por mes equivalen a 11.16 galones

Fase 7: Costo total de producción de biogás

Sabiendo que 1 galón de gasoil equivale a RD\$203.50 el costo total de producción total será:

$$\text{RD\$}203.50 * 11.16 \text{ galones} = \text{RD\$}2,270.57$$

De todo lo anterior, se considerará importante fijarse en los valores de precio de producción de biogás en animales sacrificados. Dichos valores son de la exclusiva atención a raíz de que el matadero municipal de Lavapiés, San Cristóbal, no conserva animales vivos.

Así pues, retomando los valores para 13 reses sacrificadas con un monto de producción de RD\$2,487.20 y, 29 cerdos sacrificados con un monto de producción de RD\$2,270.57 ambos valores determinan un monto total de RD\$4,757.77 que representarían el ahorro general al fusionar los dos tipos de desechos de dichos animales equivalente a US\$113.33

dólares por mes, considerando una tasa actual de RD\$41.98 y un costo por galón de gasoil de RD\$203.50.

5.2 Modelo de Tratamiento y Manejo de los Desechos Orgánicos del Matadero Municipal de San Cristóbal para la Producción de Biogás Y Limpieza de sus Aguas Negras.

El modelo propuesto para la producción de Biogás y tratamiento de aguas residuales en el matadero Lavapies San Cristobal, Rep. Dom. consta de equipos que, interconectados entre si, forman un sistema cuya finalidad es producir biogás y tratar las aguas negras de forma eficiente.

El proceso comienza (ver diagrama de flujo pág. 129) en el momento que se vierten en el tanque de mezcla y carga los desechos orgánicos provenientes de los animales sacrificados en el matadero y la cantidad de agua necesaria para la descomposición anaerobia. Luego de que la mezcla este preparada, pasa al biodigestor con una capacidad volumétrica de 843mts^3 donde se produce el biogás. A medida que se va produciendo biogás, este se va almacenando en el tanque UASB de 67.44mts^3 . El biogás que no se puede almacenar se quema en la Antorcha. Teniendo el biogás almacenado se procede a suministrarlo al generador eléctrico dependiendo de la demanda eléctrica del matadero.

Por otra parte, el biodigestor libera aguas residuales que para ser tratadas de manera adecuada se almacenan en un tanque DAF de 11.12 mts^3 . Luego de que estos desechos

líquidos y sólidos son almacenados, se someten a un proceso de filtrado para eliminar los desechos sólidos compuesto por 2 Vermifiltros de 1.35mts^3 c/u y 2 Filtra de Arena de 10.07mts^3 c/u, estos residuos se retiran de los filtros y son utilizados como fertilizantes. Las aguas contaminadas obtenidas a las salidas de los filtros se llevan a un proceso de clarificación, donde se eliminara la turbiedad de dichas aguas residuales. En esta etapa se tiene un clarificador de 0.39mts^3 . Terminado el proceso de clarificación se descontaminan las aguas mediante un proceso de descontaminación con rayos ultra violetas. Finalmente se obtiene agua potable.

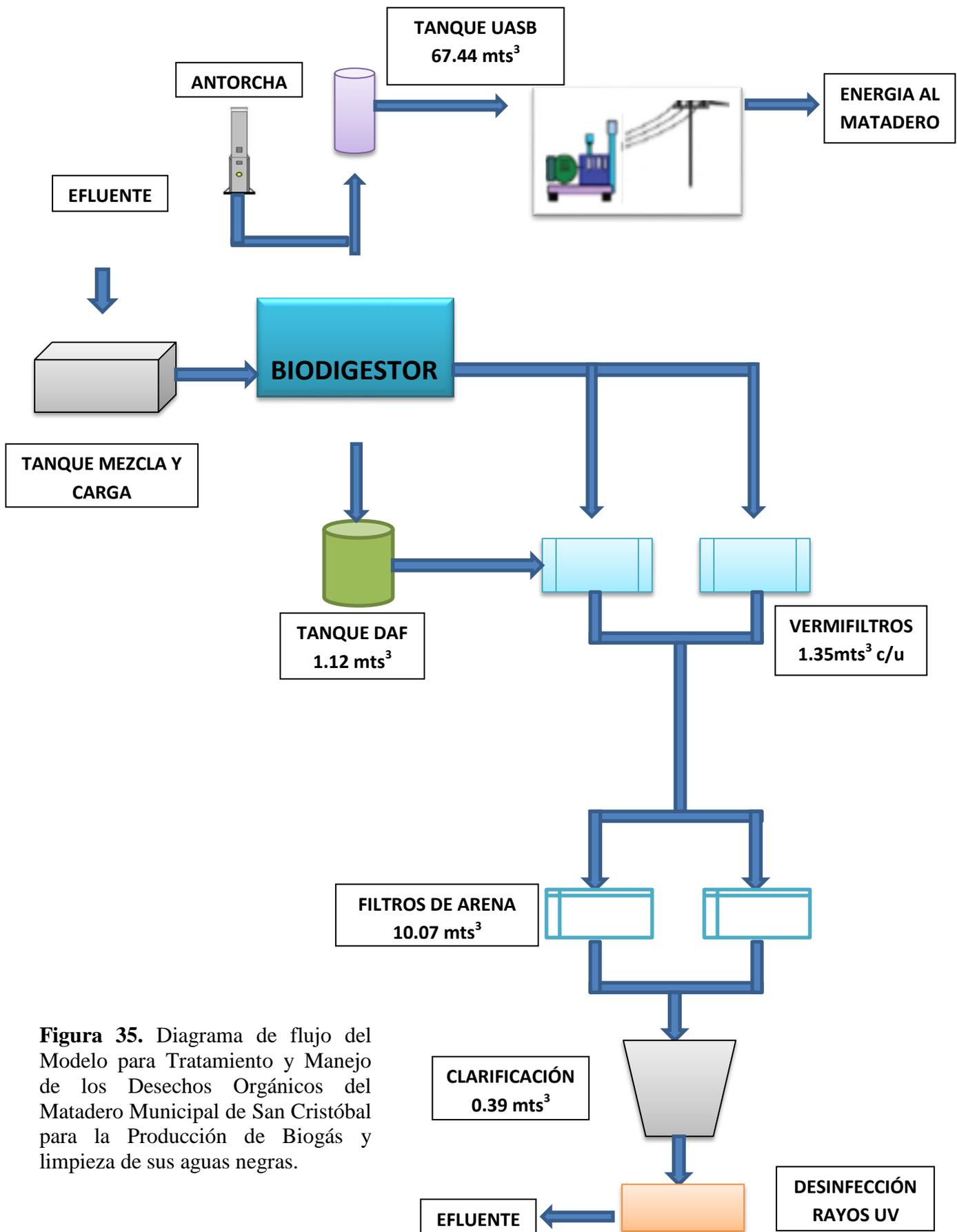


Figura 35. Diagrama de flujo del Modelo para Tratamiento y Manejo de los Desechos Orgánicos del Matadero Municipal de San Cristóbal para la Producción de Biogás y limpieza de sus aguas negras.

5.2.1 Cálculos para obtener los componentes del modelo propuesto.

A partir en la determinación de los datos de las tabla de producción (tabla 3) de desechos de biogás es posible calcular la cantidad de estiércol integral, los vermifiltros, el tanque DAF y tanque UASB los filtros de arena y la clarificación. Veamos los detalles a continuación:

Peso de animales:

Cerdos -> 1,874.47kg

Vacas -> 2,653.52kg

- **Cantidad de Estiércol Integral**

$$QTEI = (\text{Peso total de cerdos} \times 0.25) + (\text{Peso total de vacas} \times 0.25)^9$$

$$QTEI: (1,874.47\text{kg} \times 0.25) + (2,653.52\text{kg} \times 0.25) = 468.61 + 663.38 =$$

1.131.99 kg. / Día.

- **Vermifiltros**

$$\text{Vermifiltro} = (0.12\%)*QTEI^{10}$$

$$\text{Vermifiltro} = (0.12\%)*1,131.99 \text{ kg/ día}$$

$$\text{Vermifiltro} = \boxed{1.35 \text{ mts}^3}$$

⁹ Ver tabla no. 3 sobre la producción de desechos y biogás

¹⁰ Ibídem

- **Tanque DAF**

$$\text{Tanque DAF} = (0.099\%)*QTEI^{11}$$

$$\text{Tanque DAF} = (0.099\%)*1,131.99 \text{ kg/ día}$$

$$\text{Tanque DAF} = \boxed{1.12 \text{ mts}^3}$$

- **Tanque UASB**

$$\text{Tanque UASB} = (5.95\%)*QTEI^{12}$$

$$\text{Tanque UASB} = (5.95\%)*1,131.99 \text{ kg/día}$$

$$\text{Tanque UASB} = \boxed{67.44 \text{ mts}^3}$$

- **Filtros de Arena**

$$\text{Filtros de Arena} = (0.89\%)*QTEI^{13}$$

$$\text{Filtros de Arena} = (0.89\%)*1,131.99 \text{ kg/día}$$

¹¹ Ibíd.

¹² Ibíd.

¹³ Ibíd.

Filtros de Arena = 10.07 mts³

- **Clarificación**

Clarificación= (5.95%)*QTEI

Clarificación = (5.95%)*1,131.99 kg/día

Clarificación = 0.39mts³

5.2.2 LA SOLUCIÓN QUE SE OFRECE A TRAVÉS DE UNA PLANTA DE BIOGÁS Y PURIFICACIÓN DE AGUA

El tratamiento de estas aguas residuales se la realiza generalmente por medio de los siguientes procesos.

- Tratamiento primario: cribado, tamizado, sedimentación para la separación de sólidos las grasas emulsionadas, desengrasado
- Tratamiento biológico en digestores anaeróbicos y vermifiltros
- Filtros del carbón para el control de olores
- Desinfección del efluente y tratamiento de lodos por vermicompostaje
- Según la Ley de Mataderos (Art.1) : “Se entiende por Matadero o camal Frigorífico, el establecimiento dotado de instalaciones completas y equipo mecánico adecuado para el sacrificio, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las

especies de carnicería bajo varias formas, con aprovechamiento completo, racional y adecuado de los subproductos no comestibles, cuando la cantidad justifique su aprovechamiento industrial. Poseerán instalaciones de frío industrial proporcionales a su tamaño”.

CONCLUSIÓN

Como se ha podido comprobar este trabajo se focalizó en dos aristas de investigación en la temática de producción de biogás y el tratamiento de las aguas residuales del matadero de la localidad del municipio de Lavapiés de San Cristóbal, República Dominicana. Con la determinación de los resultados obtenidos se pretende realizar un aporte a dicha zona, la comunidad científica y, si se proyecta todo esto al futuro, se beneficia también el país.

En este sentido se percibe correspondencia entre los objetivos planteados contractándolos con el planteamiento temático de esta investigación. Como consecuencia surgen conclusiones derivadas en su desarrollo así como un modelo planteado de producción de biogás, de tratamiento y de limpieza de desechos de los animales.

Con este proyecto se determinan soluciones y propuestas a la problemáticas encontradas. El modelo es una respuesta alternativa y ventajosa donde aprovecha la materia orgánica de desechos del estiércol de los cerdos y reses y las aguas residuales con las cuales se alcanza producir biogás. Con esto se responde a la problemática de la escases y alza del petróleo. Se utiliza el biogás para generar energía eléctrica y se logra alcanzar un ahorro dinero y, al mismo tiempo, se reduce el pago de la tarifa eléctrica.

Adicionalmente, habiendo determinado construir un biodigestor con una capacidad volumétrica de 843mts^3 sobre el cual se almacenaría el equivalente a 147.29mts^3 de biogás por mes, se obtiene un monto total de ahorro de RD\$4,757.77 que representa

US\$113.33 dólares por mes, considerando una tasa actual de RD\$41.98 y un costo por galón de gasoil de RD\$203.50. Este dinero calculado se puede emplear en inversiones de divisas con las cuales se economiza tantos miles de dólares que fueron utilizados en gasoil al producir biogás. Se evidencia, también, que el país se endeuda menos. Con ello, se hace patria ya que no se está generando más deudas. Visto desde una óptica positiva, se está haciendo negocio.

Por otro lado el manejo adecuado de los mataderos a través del desarrollo de plantas de biogás y tratamiento de las aguas residuales: genera gas metano para calderas y plantas eléctricas, que suplen las necesidades del propio matadero, evitando el gasto de gas oil, u otros combustibles derivados del petróleo, y evitando las emisiones de carbono producidas por la combustión del Diesel en motores y camiones, que podrían adaptarse para trabajar con biogás. Además genera abono orgánico de gran calidad para su uso en el cultivo de rubros agrícolas, ayudando a la sostenibilidad comunitaria, creando trabajo sostenible, y mejorando el clima ciudadano, evitando delincuencias y malas prácticas debidas a la falta de empleo de los munícipes

Con este proyecto se ha identificado otra problemática acaecida en el matadero: la contaminación ambiental. Para ello, se ha propuesto un sistema para la limpieza de sus aguas residuales a sabiendas que dichas aguas son drenadas hasta la planta de tratamiento de la localidad. Con la limpieza se busca aprovechar las aguas residuales sometiéndolas un proceso de filtrado en donde eliminamos los desechos sólidos. Después, estas aguas se conducen a una etapa de clarificación donde se elimina la turbiedad de la misma.

Finalmente, al ser dirigidas a una etapa de desinfección con rayos ultravioleta son desinfectadas. Con todo esto conseguimos eliminar los malos olores, la contaminación a los ríos, evitamos los daños al subsuelo, se evita la criminalidad porque se generan fuentes de empleos, etc.

Pretendiendo alcanzar el objetivo general de esta investigación, el esfuerzo se concentra en el alcance de los objetivos específicos buscando con ello un aporte teórico para aquellos que deseen continuar un proyecto de investigación afín con este tema. Es por ello que, se ha estudiado, conceptualizado, lo concerniente al tema de energía y sus tipos, biogás, biodigestor, tipos e importancia,

Se ha determinado las medidas a implementarse de acuerdo al impacto ambiental para el correcto manejo de los residuos orgánicos.

Se ha determinado realizar la historia del matadero municipal de San Cristóbal y sus procesos.

También, se ha establecido el estado del arte desde el punto de vista universitario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el reacondicionamiento del terreno en el matadero del municipio de Lavapiés, San Cristóbal, para la ubicación de equipos que pretenden ser instalados (biodigestor y planta de tratamiento).

Se recomienda, para un aprovechamiento máximo, el reacondicionamiento de la planta de tratamiento de las aguas residuales del matadero del municipio de Lavapiés, San Cristóbal.

Se recomienda el apoyo económico y logístico de organismos competentes: el Estado de República Dominicana, Salud Pública, INAPA, del ayuntamiento municipal.

Se recomienda capacitar a la localidad, a la población, en programas de conocimiento de biogás y tratamiento de aguas residuales.

El proyecto tendrá mucho futuro, siempre y cuando se observe el criterio de inversión y el fin para el que ha de ser utilizado porque existe un mercado potencial y un dominio bien establecido para su servicio. Para ello es necesario crear las estrategias que permitan captar un segmento bajo el criterio de economía de escala.

Se dejan abiertas las posibilidades para que otras personas continúen realizando esfuerzos intelectuales en el estudio de nuevas posibilidades y mejoras de esta idea.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[6] Camilo, William. (2003). **Proyecto de investigación sobre Biodigestores Salatier-Camilio.**

[30] Contreras, Nely (2008). **Energía de la biomasa. Tecnología de la digestión anaerobia.**

Duque, C., Galeano, C., Mantilla, J., Plug flow biodigester evaluation., Livestock Research for Rural Development, Vol. 18, N° 04. Disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/4/duqu18049.htm>, consultado el 14 de marzo de 2008.

[16] Nivar, Amílcar. (2012, 22 de septiembre). **Energía de biomasa se abre camino en RD.**

Fischer, T., Krieg, A., Bird, C., **Planning and construction of biogas plants for solid waste digestion in agriculture.** Disponible en www.kriegfischer.de/texte/planning%20and%20construction%20of.pdf, consultado el 14 de marzo de 2008.

[12] Reyes Pérez, Glorimar., Carrasco Torres, Cleopatra., Sención Jiménez, Somler., Bautista Perdomo, José del Carmen. (2012). **Valorización de los desechos orgánicos con tecnología apropiada para República Dominicana**

[7] Riera, Víctor., Villca, Saúl. **Producción Anaeróbica de Biogás Aprovechamiento de los Residuos del Proceso Anaeróbico.**

[9] Samayoa, Svetlana., Bueso, Carlos Bueso., Viquez, Joaquín (2012).

“Implementación de sistemas de biodigestión en eco empresas”. Primera edición

[17] Vázquez, Ircania. (2011, 06 de diciembre). **La biomasa genera oportunidades de negocio en el país. Listín Diario**. Recuperado el 12 de mayo de 2013, de [14] Acento (2012). Promueven en RD rellenos sanitarios con sistemas de recolección de biogás. Editora Acento, S.R.L.

[15] **Comisión Nacional de Energía**. (2011). La CNE anuncia 50 megas a partir de la biomasa en San Pedro de Macorís. Recuperado el 11 de mayo de 2013 de, <http://www.cne.gov.do/app/do/articulo.aspx?id=2427>

Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). Resolución 1015 de 2005: Niveles permisibles de emisiones contaminantes., Disponible en: <http://www.ama.gov.co/>, consultado el 14 de marzo, 2008.

[13] **Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente** (2009). Proyectos y Programas Ambientales. Recuperado de http://www.dominicanaonline.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/cpo_proyectos_vertedero_duquesa.asp

<http://www.listin.com.do>

El Caribe. Recuperado el 10 de mayo de 2013, de <http://www.elcaribe.com.do>
<http://www.slideshare.net/andreab91/reciclaje-6039683>

[3] **Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012: plan de acción 2005-2007**. Madrid: Ministerio de Industria y Comercio: IDAE, 2005. [ref. De 25 de noviembre de 2005].

[19]**Oficina de Tratados Comerciales Agrícolas (OTCA)**. (2011). PNUD financia estudio capturaría biogás de los residuos en granjas porcinas RD. Recuperado el 13 de

mayo de [10] <http://www.rmr-peru.com/biodigestores-biogás.htm> RMR-PRIGEDS., Red de Multiservicios Regionales.

[24] **Real Academia Española.** (2001). Fluctuación. En Diccionario de la lengua española (22.^a ed.). Recuperado el 15 de julio de 2013, de

<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=fluctuaciones>

[2] http://www.navactiva.com/es/descargas/pdf/amedioa/historia_renovables.pdf

[4] http://www.navactiva.com/es/documentacion/historia-de-las-energias-renovables_14448 Desarrollo de Energías Renovables (DERSA)

[8] [http://ecocosas.com/wp-](http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/general/Agricultura%20Ecologica%20-%20Compostaje%20y%20Biogás.pdf)

[content/uploads/Biblioteca/general/Agricultura% 20Ecologica% 20-%20Compostaje% 20y% 20Biogás.pdf](http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/general/Agricultura%20Ecologica%20-%20Compostaje%20y%20Biogás.pdf)

2013 de, <http://otcasea.gob.do/?p=5927>

[20] www.aqualimpia.com/mataderos.html

[21] <http://www.hannainst.es/biblioteca/index.php?pg=0&CodApartado=54&CodTema=12>

1. Es un directorio de la empresa Hanna Instruments; el cual es el mayor fabricante del mundo de instrumentos electroquímicos, fotométricos y de electrodos.

[22] [http://www.igme.es/internet/Geotermia/La% 20energ% EDa% 20geot% E9rmica.htm](http://www.igme.es/internet/Geotermia/La%20energ%EDa%20geot%E9rmica.htm). Es un directorio del instituto Geológico y Minero de España; el cual es un Organismo Público de Investigación, con carácter de organismo autónomo, adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad.

[23] http://www.ecured.cu/index.php/Turbina_hidr%C3%A1ulica es una red Cubana que nace de la necesidad de difusión del conocimiento con todos y para todos.

[25]<http://www.miliarium.com/bibliografia/monografias/biocombustibles/CultivosEnergeticos.asp>

[26]<http://www.carbontradewatch.org/carbon-connection-es/que-es-el-protocolo-de-kyoto.html>. Carbón Trade Watch. (2013). Los vínculos del CO₂. Recuperado el 18 de julio de 2013 de,

[27]<http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2184&lang=2>.

Crookes R., Comparative bio-fuel performance in internal combustion engines. Biomass and Bioenergy, Vol. 30, 2006, pp. 461-468.

[29] <http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/t0566s14.htm>. Depósito de documentos de la FAO. Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo.

[28] http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/que_es_un_biodigestor.html. Universo porcino. El portal del cerdo.

Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL). Combustibles Líquidos, gasolina Corriente., Diciembre 12, 2004. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/>, consultado el 14 de marzo de 2008.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Demanda química de oxígeno (DQO):“se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, mediante un oxidante fuerte. La cantidad de oxidante consumida se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno. DQO se expresa en mg/l O₂.”. [21]

Energía Geotérmica: En su sentido más amplio y literal, la energía geotérmica es el calor interno de la Tierra. [21]

Energía limpia: toda aquella energía producida por medios no tradicionales, es decir, alternativos como lo es la energía solar, biomasa, etc. [21]

Turbina hidráulica: elemento que aprovecha la energía cinética y potencial del agua para producir un movimiento de rotación capaz de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. [23]

Fluctuación: acción y efecto de fluctuar. [24]

Fotosíntesis: proceso metabólico específico de ciertas células de los organismos autótrofos, por el que se sintetizan sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas, utilizando la energía luminosa. [24]

Cultivos Energéticos: son plantaciones de crecimiento rápido que se realizan con el propósito específico de producir energía en alguna de sus tipologías: térmica, eléctrica o mediante su transformación en biocarburantes. [25]

(<http://www.miliarium.com/bibliografia/monografias/biocombustibles/CultivosEnergeticos.asp>) Es un portal de referencia para la Ingeniería Civil, Construcción y el Medio Ambiente. Fundado en 1999, su principal singularidad reside en ofrecer una amplia variedad de Servicios de Valor Añadido de utilidad para el desarrollo de la actividad de Profesionales, Empresas y Grandes Colectivos de estos sectores, tanto de ámbito nacional como latinoamericano (incluyendo la comunidad hispano parlante de Estados Unidos).

Procesos termoquímicos: Son aquellos en los que la biomasa es transformada mediante diferentes procesos de oxidación, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, que permiten obtener combustibles en estado sólido, líquido o gaseoso [27].

(<http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2184&lang=2>. Es un portal elaborado por la Secretaría de Energía, la Comisión Reguladora de Energía y Comisión Nacional para el Uso de Eficiente de la Energía de México).

Procesos bioquímicos: se basan en la degradación de la biomasa por la acción de microorganismos, y pueden dividirse en dos grandes grupos: los que se producen en ausencia de aire (anaeróbicos) y los que se producen en presencia de aire (aeróbicos).

(http://www.ecoloquia.com/nuevo/index.php?option=com_content&view=article&id=694:biomasa-procesos-bioquimicos&catid=16&Itemid=51 es una web está dirigida a todas las personas que les interesa el cuidado del medio ambiente).

Rastrojo: Residuo de las cañas de la mies, que queda en la tierra después de segar. [24]

Protocolo de Kyoto: establece el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en una media del 5,2 por ciento con respecto a los niveles de 1990 para el año 2012. [26]

Bacterias anaerobias: Son bacterias que no viven ni proliferan en presencia de oxígeno.

(<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003439.htm> este es un directorio del sitio web de los Institutos Nacionales de la Salud para pacientes y sus familias y amigos. Producida por la Biblioteca Nacional de Medicina, MedlinePlus le brinda información sobre enfermedades, condiciones y bienestar en un lenguaje fácil de leer. MedlinePlus ofrece información confiable, actualizada en todo momento, en cualquier lugar y de forma gratuita).

Bio-fertilizante: fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural. (2009 - Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO)

PVC: producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a poli cloruro de vinilo. (<http://www.aniq.org.mx/provinilo/pvc.asp> este es un directorio de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) de México.)

Demanda biológica de oxígeno (DBO): es un test empírico que determina la demanda relativa de oxígeno de las aguas residuales, emisiones y aguas contaminadas. (<http://www.hannainst.es/biblioteca/index.php?pg=0&CodApartado=54&CodTema=121> Es un directorio de la empresa Hanna Instruments; el cual es el mayor fabricante del mundo de instrumentos electroquímicos, fotométricos y de electrodos).

Flóculo: Grumo que aparece en una floculación. [24]

Floculación: Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, en general por la adición de algún agente. [24]

Cieno: Lodo blando que forma depósito en ríos, y sobre todo en lagunas o en sitios bajos y húmedos. [24]

Cantidad de estiércol integral: sumatoria de los desechos generados después de ser sacrificado el animal como el estiércol, sangre, producto estomacal, etc.

Reactor o tanque UASB: consiste en un tanque al que se le introduce afluente por debajo uniformemente distribuido y en la parte superior existe un sistema separador de gas.

Tanque (DAF): tanque con sistema de flotación por aire (DAF).

Efluente: Líquido que procede de una planta industrial.

Clarificación: Aclarar algo, quitarle los impedimentos que lo ofuscan. [24]

Desinfección por rayos UV: sistema de desinfección por rayos ultravioleta.

DQO Demanda Química de Oxígeno se utiliza para medir el grado de contaminación se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litros.

ANEXOS

Ley No. 64-00

Ley General Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República

Dominicana

SECCIÓN IV

**DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS
NATURALES**

Art. 24.- Para garantizar el diseño y eficaz ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos relativos al medio ambiente y los recursos naturales, habrá un sistema con funciones de formulación, orientación y coordinación denominado Sistema Nacional de Gestión Ambiental y de Recursos Naturales.

Párrafo.- El Sistema Nacional de Gestión Ambiental y Recursos Naturales constituye el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, proyectos, programas e instituciones que hacen posible la aplicación, ejecución, implantación y puesta en marcha de los principios, políticas, estrategias, y disposiciones adoptados por los poderes públicos relativos al medio ambiente y los recursos naturales.

DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Art. 38.- Con la finalidad de prevenir, controlar y mitigar los posibles impactos sobre el medio ambiente y los recursos naturales ocasionados por obras, proyectos y actividades, se establece el proceso de evaluación ambiental con los siguientes instrumentos:

1. Declaración de impacto ambiental (DIA);

2. Evaluación ambiental estratégica;
3. Estudio de impacto ambiental;
4. Informe ambiental;
5. Licencia ambiental;
6. Permiso ambiental;
7. Auditorías ambientales; y
8. Consulta pública.

Art. 40.- Todo proyecto, obra de infraestructura, industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda afectar, de una u otra manera, el medio ambiente y los recursos naturales, deberá obtener de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, previo a su ejecución, el permiso ambiental o la licencia ambiental, según la magnitud de los efectos que pueda causar.

Art. 41.- Los proyectos o actividades que requieren la presentación de una evaluación de impacto ambiental son los siguientes:

1. Puertos, muelles, vías de navegación, rompeolas, espigones, canales, astilleros, desguasaderos, terminales marítimas, embalses, presas, diques, canales de riego y acueductos;
2. Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones;
3. Centrales hidro y termoeléctricas y plantas nucleares de generación;
4. Aeropuertos, terminales de autobuses y de ferrocarriles, vías férreas, autopistas, carreteras y caminos públicos;
5. Proyectos de desarrollo urbano y asentamientos humanos, planes de regulación urbana;

6. Plantas industriales, incluyendo las azucareras, cementeras, licoreras, cerveceras, papeleras, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos, de curtido de cueros y pieles, de producción de gases, halógenos, hidrácidos y ácidos;
7. Agroindustrias y mataderos, establos de crianza, lechería y engorde de animales de dimensiones industriales;
8. Planes de transformación agraria, plantaciones agrícolas y ganaderas, asentamientos rurales, incluyendo los ejecutados de acuerdo a las leyes de Reforma Agraria;
9. Proyectos mineros, incluyendo los de petróleo y turba, exploraciones o prospecciones, remoción de la capa vegetal y la corteza terrestre, explotaciones, construcción y operación de pozos, presas de cola, plantas procesadoras, refinerías y disposición de residuos;
10. Extracción de áridos (rocas, gravas y arenas);
11. Instalación de oleoductos, gasoductos, ductos mineros y otros análogos;
12. Proyectos de plantaciones comerciales de árboles y aserraderos, elaboradoras de madera;
13. Proyectos de explotación o cultivo de recursos hidrobiológicos y plantas procesadoras de los mismos;
14. Importación, producción, formulación, transformación, utilización, comercialización, almacenamiento, transporte, disposición, reciclaje o reutilización de sustancias tóxicas, nocivas, explosivas, radiactivas, inflamables, corrosivas o reactivas y otras de evidente peligrosidad;
15. Sistemas de saneamiento ambiental, como lo son de alcantarillado, y de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras y de residuos tóxicos de origen industrial,

domiciliario y municipal, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de efluentes sólidos, líquidos o gaseosos;

16. La ejecución de obras, programas y actividades en parques nacionales y otras áreas protegidas;

17. La aplicación masiva de productos o combinaciones químicas en zonas urbanas o en superficies superiores a cien hectáreas en zonas rurales;

18. Obras de ingeniería de cualquier índole que se proyecten realizar en bosques de protección o de producción de agua y otros ecosistemas frágiles, en bosques nublados o lluviosos, en cuencas altas, en humedales o en espacios costeros;

19. Instalaciones hoteleras o de desarrollo turístico;

20. Polígonos o parques industriales, maquiladoras o industrias de la transformación y zonas francas.

CAPÍTULO IX

DE LOS INCENTIVOS

Art. 65.- Las inversiones para proteger o mejorar el medio ambiente y hacer un uso sostenible de los recursos naturales, serán objeto de incentivos que consistirán en exoneración, parcial o total, de impuestos y tasas de importación, impuestos al valor agregado, y períodos más cortos de depreciación, de acuerdo con el reglamento.

Párrafo.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales calificará y certificará las inversiones a que se refiere el presente artículo, según el reglamento correspondiente, elaborado por la Secretaría de Estado de Finanzas y aprobado por el Poder Ejecutivo.

Art. 66.- Se establece el premio nacional ambiental, que será otorgado periódicamente por el Poder Ejecutivo, como reconocimiento a las personas naturales o jurídicas y a instituciones que se hayan destacado en la protección del medio ambiente y manejo sostenible de los recursos naturales, o en la ejecución de procesos ambientalmente sanos en el país.

Ley No. 42-01

Ley General de Salud de la República Dominicana

De La Salud Ambiental

SECCIÓN I

Disposiciones Comunes

Art. 41. - La Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS), en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y las instituciones y organizaciones correspondientes al sector de agua potable y saneamiento básico, ayuntamientos, DIGENOR y otros sectores relacionados con este campo, promoverá y colaborará en el desarrollo de programas de saneamiento ambiental.

Art. 53.- Los establecimientos industriales que no cumplan con los reglamentos o que constituyan peligro, incomodidad o insalubridad para la vecindad, serán clausurados por la autoridad de salud o la autoridad ambiental, en el caso de que el peligro se derive del incumplimiento de normas o disposiciones ambientales. Sus propietarios o administradores quedan obligados a cumplir las órdenes o instrucciones que la autoridad competente les dé para eliminar o mitigar la insalubridad o riesgo que produzcan a causa de su operación, debiendo suspender la misma hasta que se hayan cumplido los requisitos reglamentarios exigidos por estas instituciones.

PÁRRAFO.- La SESPAS en coordinación con la Secretaria de Estado de Medio Ambiente y demás instituciones competentes, elaboraran la reglamentación aplicable.

SECCIÓN V

De la Contaminación Atmosférica.

Art. 49.- La eliminación de gases, vapores, humo, polvo o cualquier contaminante producido por actividades domésticas, industriales, agrícolas, mineras, de servicios y comerciales, se hará en forma sanitaria, cumpliéndose con las disposiciones legales y reglamentarias del caso o las medidas técnicas que ordene la SESPAS, con el fin de prevenir o disminuir el daño en la salud de la población.

PÁRRAFO.- La SESPAS en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, los ayuntamientos y demás instituciones competentes en elaborará las normas que regulen las acciones, actividades o factores que puedan causar deterioro y/o degradar la calidad del aire de la atmósfera y en la vigilancia y supervisión del cumplimiento de estas disposiciones, sin desmedro de las atribuciones de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y otras instituciones competentes.



Figura 36. Depósito de desperdicios del matadero municipal de San Cristóbal.

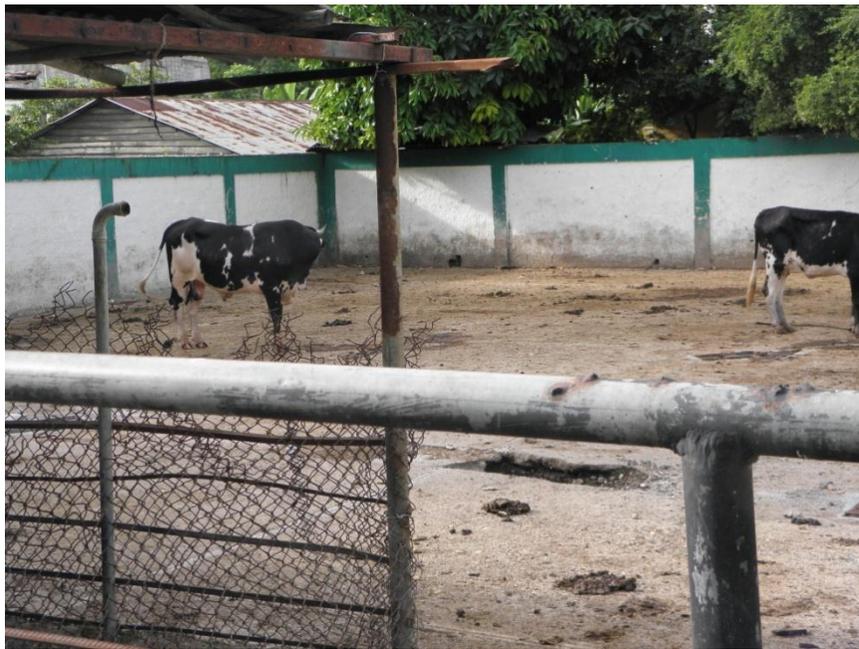


Figura 37. Corral para reses.



Figura 38. Vista más amplia del corral para reses, se puede observar otro corral contiguo a este dispuesto para reses



Figura 39. Mini establo improvisado dentro del corral de reses.



Figura 40. Vista panorámica del corral para cerdos.



Figura 41. Área de bombeo y cisterna.



Figura 42. Vista panorámica del área de parqueos y descarga, además del depósito de leña para el horno de pelado para los cerdos.



Figura 43. Planta eléctrica.



Figura 44. Vista lateral de la planta eléctrica.



Figura 45. Tanque de combustible de la planta eléctrica.