

PROYECTO DE TRANSFORMACION BIOLÓGICA DE RESIDUOS
AGRICOLAS
ENERGIA LIMPIA PARA TODOS

AUTOR

LAURA CRISTINA ALVAREZ CASTILLO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONOMICAS Y
DE NEGOCIOS
ESPECIALIZACION EN GESTION DE PROYECTOS
TUNJA
2014

PROYECTO DE TRANSFORMACION BIOLÓGICA DE RESIDUOS
AGRICOLAS
ENERGIA LIMPIA PARA TODOS

AUTOR

LAURA CRISTINA ALVAREZ CASTILLO

TRABAJO DE GRADO
Para optar por el título de
Especialista en Gestión de Proyectos

Dirigido Por:
CARLOS EDUARDO DIAZ GIL
MAGISTER

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONOMICAS Y
DE NEGOCIOS
ESPECIALIZACION EN GESTION DE PROYECTOS
TUNJA
2014

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Tunja, 30 de Junio de 2015

A Mi Familia Y Amigos,

Quienes Están Allí Siempre,
Dándome Soporte Y Aliento Para
Culminar Cada Fase.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo es la suma del apoyo de muchas personas que estuvieron a mi lado durante el transcurso de esta fase de mi vida, a ellos quiero expresar un saludo y agradecimiento sincero por el soporte incondicional brindado.

Ante todo, quiero agradecer a mis padres por apoyarme, creer en mí y en mis sueños. Ellos son la base de la persona que soy. Con su dedicación y sus enseñanzas he crecido como una persona íntegra que valora la vida en todas sus expresiones.

A todos aquellos amigos que hice durante este proceso y a aquellos que me han acompañado siempre, son personas valiosas que no dejan de aportar con sus vidas a mi evolución como persona.

Igualmente, agradezco a la Universidad Nacional Abierta y A Distancia, por haberme abierto las puertas y haberlo dispuesto todo para que culminase este proceso, por supuesto a sus directivas y a los Tutores, que muchas veces desde la distancia, estuvieron entregando su tiempo y esfuerzo para que asimilara este reto.

Por último y muy especialmente a mi director de tesis el Doctor Carlos Eduardo Díaz Gil agradezco infinitamente por su paciencia, por su dedicación y por brindarme la oportunidad de aprender de su experticia.

CONTENIDO

GLOSARIO	10
RESUMEN	11
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	15
2.2 Descripción del Problema	15
2.3. Población Beneficiada.....	16
2.4 Formulación del problema.....	16
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. MARCO TEÓRICO.....	19
4.1 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA	19
4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE	24
4.3 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE BIOMASA	26
4.4 ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN COLOMBIA	27
4.5 MANEJO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS	32
4.6 NECESIDADES ENERGÉTICAS EN LA AGRICULTURA	36
4.7 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN BIODIGESTOR	37
5. MATERIALES Y MÉTODOS	40
A. ETAPA DE INICIACIÓN Y PLANEACIÓN	40
B. ETAPA DE EJECUCIÓN Y CONTROL.....	42
C. ETAPA POST-MORTEM.....	46
6. GESTION DEL PROYECTO	48
6.1 Gestión Del Alcance	48
6.2 Gestión De Los Recursos Humanos (RRHH)	54
6.3 Gestión De Las Comunicaciones Del Proyecto	56
6.4 Gestión De Riesgos	57
6.5 Gestión De Costos.....	59

6.6. Plan de Financiación.....	63
7. CONCLUSIONES.....	65
8. RECOMENDACIONES.....	66
9. BIBLIOGRAFÍA.....	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Potencial Energético de residuos agrícolas en Boyacá

Tabla 2. Rango estimado aceptado de elementos que inhiben eventualmente la producción de metano

Tabla 3. Estructura de descomposición del trabajo EDT

Tabla 4. Cronograma general de actividades del proyecto

Tabla 5. Distribución de los RRHH

Tabla 6. Gestión de las comunicaciones del proyecto

Tabla 7. Plan de gestión del riesgo del proyecto

Tabla 8. Estimación de costos de recursos físicos

Tabla 9. Estimación de costos de recursos Humanos

Tabla 10. Estimación de otros costos

Tabla 11. Estimación total de los costos del

Tabla 12. Contingencia del proyecto

Tabla 13. Proyección para la financiación del proyecto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol del Problema

Figura 2. Árbol de Objetivos

Figura 3. Dilema Energético. Representación gráfica

Figura. 4. Tendencia actual en la gestión de residuos agrícolas

Figura 5. Partes propuestas para el Biorreactor

Figura 6. Esquematación del sistema de combustión para la generación de energía eléctrica a partir del biogás

Figura 7. Disponibilidad de los recursos en horas

Figura 8. Visión general de costos

Figura 9. Representación de las fases genéricas de proyectos de investigación y el riesgo que representan

GLOSARIO

AGRICULTURA SOSTENIBLE: Se basa en la explotación óptima de los recursos agrícolas satisfaciendo las necesidades alimentarias en armonía con el manejo sostenible de los recursos naturales, contribuyendo así en mejorar la calidad ambiental y los recursos básicos de los cuales depende la agricultura.

BIOGAS: gas combustible generado a partir de la descomposición natural o biodegradación de la materia orgánica en un medio anaeróbico.

BIORREACTOR: Sistema integrado de variables fisicoquímicas y biológicas en el cual se desarrollan transformaciones químicas en un ambiente aeróbico o anaeróbico.

COGENERACION DE ENERGIA: producción secuencial de energía eléctrica y/o mecánica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria, que la hacen mas eficiente y sustentable.

ENERGIA ALTERNATIVA: aquella generada a partir de una fuente alternativa capaz de suplir la energía que se obtiene de fuentes energéticas actuales, las fuentes de energía alternativa tienen como característica principal el aporte en la mitigación del efecto invernadero y son fuentes de constante renovación (renovables).

SEGREGACION DE RESIDUOS: separación selectiva de los residuos generados de actividades humanas, industriales y/o agrícolas que permitirán dar adecuado manejo y aprovechamiento de los mismos con la consecuente disminución del impacto ambiental por contaminación.

PROYECTO DE TRANSFORMACION BIOLÓGICA DE RESIDUOS AGRICOLAS

ENERGIA LIMPIA PARA TODOS

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla con el fin de acoplar la experiencia en investigación aplicada en ciencias, con la metodología en gestión de proyectos. Se plantea la adaptación de un prototipo de Biorreactor integrado específico para la transformación de residuos agrícolas en energía eléctrica, con la consecuente producción de metano y abono orgánico de calidad; teniendo como fundamento desarrollar una tecnología que esté al alcance y específicamente diseñada para las actividades productivas del pequeño y mediano agricultor en Boyacá.

En primera instancia, y luego de plantear las necesidades de ejecución del proyecto, se realiza un recorrido por los principales ejes temáticos que involucran el uso de tecnologías renovables de transformación energética, se recrea el panorama agrícola y las necesidades de manejo de residuos para esta actividad; además, se describen los principios técnicos y biológicos que anteceden la construcción del prototipo. En una segunda fase se encuentra el marco metodológico, que describe los pasos propuestos para el desarrollo de esta tecnología en tres etapas: iniciación y planeación, ejecución y etapa post_mortem. Finalmente el documento presenta lo referente a los planes de gestión del proyecto, entre los que se encuentran la gestión del alcance, gestión de recursos humanos, gestión de costos, entre otros.

Se encontraron algunos riesgos asociados a la falta de experiencia en el desarrollo de este tipo de tecnologías, las debilidades para la consecución de recursos de financiación y a la viabilidad de los insumos, frente a esto se plantean alternativas de contingencia específicas. Para el proyecto en sus tres fases, se estimó una necesidad de inversión cercana a los 86 millones de pesos, para la cual se elaboró un plan determinado de financiación. La planeación específica en este tipo de proyectos, transfiere a los procesos la eficiencia y eficacia requerida para la consecución precisa de objetivos.

Palabras claves: Residuos agrícolas, Biorreactor, Biogás, Energía limpia.

BIOLOGICAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL RESIDUES PROJECT

GREEN ENERGY FOR ALL

ABSTRACT

This Project affords bringing together the science research experience and project management methodologies. The adaptation of a new model of Biorreactor with integrated characteristics is suggested here. This prototype will allow the transformation of agricultural residues in electrical energy and the consequent methane and organic compost production. The main objective of this project is to provide to average farmers from Boyacá an affordable agricultural transformation technology.

The first part brings up the problem description, and then it is presented the main theme axes dealing with renewable technologies, agricultural needs, and technic and biological foundations about the prototype put forward. The second part describes the specific methodology suggested for the project. This methodology is divided by three stages: initiating & planning, executing & monitoring, and closing stage. Finally, the document presents aspects related to the project management plans as well. This is human resources plan, financial plan, risk plan, communication plan, among others.

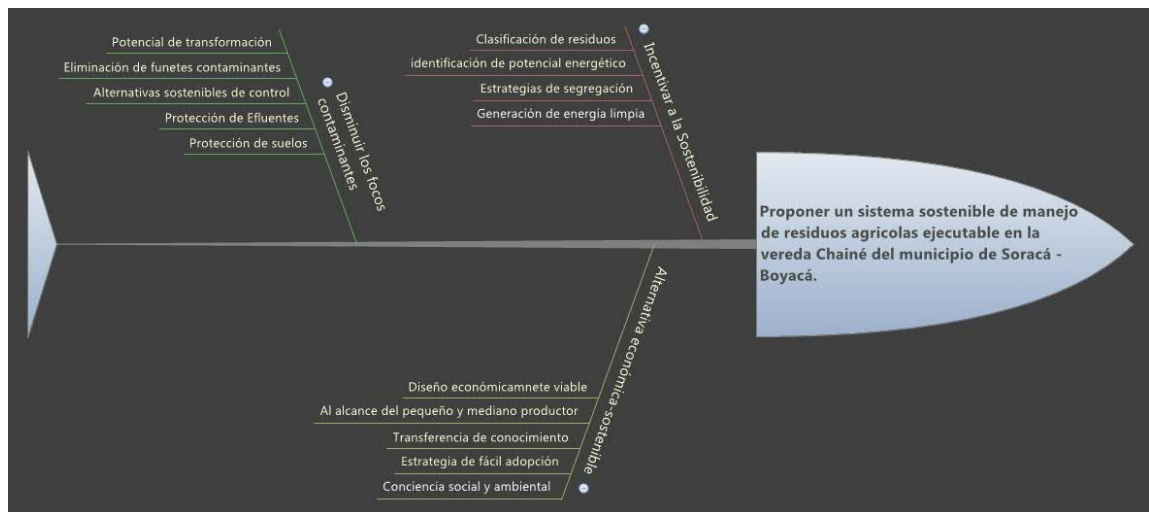
As the result of this project planning there were found some risks linked to the inexperience in this kind of technologies, some weaknesses for the financial resources attainment, and the materials viability. Some contingency alternatives were suggested for that and other risks. The necessary invest for the three stage of that project were estimated in 41.000 dollars and the financial plan was established by this estimated cost. It is known that the specific planning of this kind of project provides to the processes the efficiency and effectiveness required for the goals approach.

Key words: agricultural residues, Biorreactor, Biogas, Green energy.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema sostenible de manejo de residuos agrícolas a través de la generación de biogás y cogeneración de energía eléctrica, ejecutable en la vereda Chainé del municipio de Soracá (Boyacá).



1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propiciar la adopción de estrategias de manejo agrícola sostenible que se evidencien en la protección del medio ambiente, la producción limpia y el aprovechamiento de los residuos agrícolas tratados.
- Proponer una alternativa tecnológica de transformación energética que permita disminuir considerablemente los focos de contaminación de suelos y efluentes que se presentaba por la gestión inadecuada de residuos agrícolas.

- Presentar la viabilidad económica del sistema propuesto como ejecutable para los pequeños y medianos productores residentes en la vereda Chainé del municipio de Soracá (Boyacá).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Contexto: Entre las actividades agrícolas que se ejecutan como medio de vida en la población del municipio de Soracá (Boyacá), se encuentran la producción de papa (*Solanum tuberosum* sp.), zanahoria (*Daucus carota* sp.), cebolla (*Allium cepa* sp.) y maíz (*Zea mays* sp.). Especies cultivables en climas fríos, entre los 2500 y 2900 m.s.n.m. Inherente a la producción de estos alimentos se generan, por supuesto, residuos orgánicos e inorgánicos, residuos cuyo manejo inadecuado está provocando serios impactos a nivel sanitario y ambiental. Documento ANC 631/03 UPME

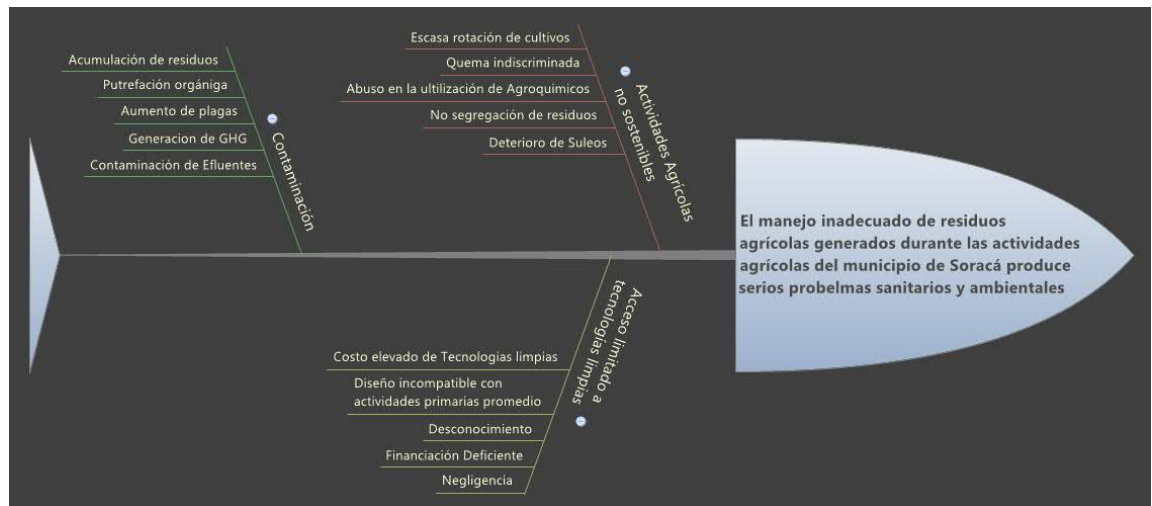


Figura 1. Árbol del Problema

2.2 Descripción del Problema

No se puede desconocer la necesidad actual de adopción de prácticas agrícolas ambientalmente compatibles o sostenibles que permitan también al pequeño y mediano agricultor escalar sus productos a un nivel más competitivo en el contexto de la globalización y el libre comercio.

Desafortunadamente en el municipio de Soracá departamento de Boyacá se evitan estrategias de sostenibilidad como la rotación de cultivos que, además de

proteger la calidad de los suelos, generarían una fuente importante de residuos orgánicos aprovechables.

El manejo responsable de residuos está definitivamente lejos de la quema de los mismos como control y disposición, este es el tratamiento más común que se da en este tipo de cultivos, el resultado es el aumento de incendios forestales, pérdidas agrícolas, faunísticas, vegetales y en muchos casos de vidas humanas. Además la quema de residuos que se realice aún en condiciones controladas aumenta gravemente los Gases de Efecto Invernadero (GHG) y la calidad ambiental de la población en general.

Cuando no se realizan controles de ninguna índole suelen disponerse los residuos sin estrategias de segregación en vertederos no aptos, en los cuales se desencadenan serios problemas sanitarios como la aparición de plagas, la generación de hedores y la contaminación de efluentes, aparecen por ende las epidemias que alcanzan no solo las vidas humanas sino también animales, se presenta mortandad en el ganado vacuno y ovino que predomina en la región. Además la tecnología que pudiese estar disponible está esencialmente diseñada para trabajar con cultivos de escala industrial.

2.3. Población Beneficiada:

A través de la adopción de la metodología expuesta en esta propuesta se estarán beneficiando las familias tenientes de pequeños y medianos cultivos, quienes podrán hacer de sus procesos un modelo más eficiente de producción.

Otro beneficiario a mediano y largo plazo será por supuesto el medio ambiente cuyo cuidado está en mano de todos, tanto los productores como los consumidores.

La comunidad científica y gubernamental que brinde el apoyo para el desarrollo y mejora de este tipo de proyectos y los haga aún más asequibles a los productores y comunidad en general.

2.4 Formulación del problema

Teniendo en cuenta el análisis del problema se formulan los siguientes interrogantes alrededor de los cuales girará la propuesta tecnológica.

- Es viable la implementación de un sistema de generación de fuentes de energía alternativas que se sustente con los residuos agrícolas y/o domésticos generados por los pequeños agricultores del departamento de Boyacá?
- Es factible el diseño de un sistema integrado que esté realmente al alcance de este sector de la población?

3. JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta busca mitigar en parte las necesidades de adopción de sistemas integrales de manejo de residuos y aprovechamiento energético en la agricultura en Boyacá.

Existen diversos proyectos que implementan estos sistemas a nivel industrial y en plantas de producción agropecuaria extensiva, sin embargo, el pequeño agricultor, que predomina en nuestro departamento, probablemente desconoce hasta qué punto puede adoptar sistemas tecnológicos que le permitan optimizar la actividad que realiza y hacer uso eficiente de los recursos que utiliza y los deshechos que genera.

La prevención, mitigación y remediación del impacto que generan nuestras actividades productivas y domésticas, son un tema de urgente atención, están aquellos que se quedan al margen, esperando a que el estado imponga las acciones, y estamos también nosotros, quienes provistos del conocimiento, la creatividad y la innovación, asumimos la responsabilidad individual y social de enfrentar el problema desde ahora y en el entorno en el que nos movemos.

El sector agrícola en el departamento atraviesa por un periodo de recesión económica importante, las débiles políticas agropecuarias, los altos precios de los insumos y los tratados de libre comercio, están marcando hoy un hito en la historia de la agricultura en Colombia; el productor, que continúa utilizando los procesos tradicionales de producción y transformación, no está evidenciando rentabilidad alguna en sus actividades y por tanto el impacto en la economía del país es trascendente. Es un argumento bastante sólido para buscar la transformación tecnológica en el agro, desde el pequeño agricultor.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

4.1.1 Sostenibilidad Y Ambiente

Se traduce sostenibilidad como el aprovechamiento presente de los recursos naturales sin comprometer la supervivencia de futuras generaciones, éste concepto está ligado por supuesto a la protección del medio ambiente. Los ecosistemas terrestres han sido, por siglos, transformados indiscriminadamente por las actividades humanas comprometiendo la sostenibilidad de la vida misma. Si se quiere que esta erosiva transformación se detenga es imprescindible, no solo un cambio de mentalidad, sino una revolución completa en la forma como los humanos aprovechamos los recursos para nuestra supervivencia.

Hoy por hoy el establecimiento de estrategias, objetivos, leyes, decretos, etc., alrededor del medio ambiente y desarrollo sostenible son puntos neurálgicos de trabajo para las Naciones Unidas, el dinamismo de colaboración entre la Organización y los gobiernos, las ONGs, la comunidad científica y el sector privado.

Colombia posee recursos renovables y no renovables capaces de sustentar una adecuada calidad de vida para la población actual y venidera. Sin embargo, el desarrollo de los ecosistemas entra en contradicción con las formas de apropiación del territorio, en particular el latifundio y el control de los recursos estratégicos (petróleo, oro y otros no renovables).

La presión de la población rural sobre los recursos naturales, en particular la tierra, hace que se incorporen zonas frágiles que no tienen vocación agropecuaria o que la pierden por el manejo inadecuado, se emplean métodos de tumba y quema que degradan los suelos, se utilizan técnicas inadecuadas de preparación de suelos y siembra, principalmente en laderas y micro cuencas altas, etc. Es por ello que se producen fenómenos de compactación, erosión y pérdida de suelos. (UPME, 2003)¹, Hasta qué punto la trascendencia mundial que se le está dando a nivel de estrategias sostenibles está llegando a las actividades agrícolas en especial a los pequeños y medianos productores?, no

¹ UPME, (2003). Potencialidades De los Cultivos Energéticos Y Residuos Agrícolas En Colombia. Resumen EJECUTIVO. Documento No.:Anc-631-03. Bogotá D.C.

parece estar siendo realmente efectiva para los agentes primarios de producción en nuestro país.

Toda energía conocida es obtenida de distintos recursos naturales que encontramos en el planeta tierra, estos recursos se denominan *Fuentes de Energía* y pueden ser *renovables* y *no renovables*.

Las fuentes de *energía renovables* son todas aquellas cuyas reservas son inagotables, bien por su gran contenido energético o bien por su capacidad de regenerarse por medios naturales. Las fuentes de energía *no renovables* son aquellas que se encuentran en la naturaleza en cantidad limitada, una vez consumidas no pueden sustituirse.

Según las proyecciones efectuadas, durante el período 2000-2030 la demanda mundial de energía aumentará a un ritmo aproximado del 1,8% anual. Se espera que en 2030 más de la mitad de la demanda mundial de energía se origine en países en vías de desarrollo (hoy en día dicha demanda representa el 40%). El sistema energético mundial seguirá estando dominado por los combustibles fósiles, los cuales representarán casi el 90% del suministro total de energía en 2030. El petróleo se mantendrá como principal fuente de energía (34%), seguido del carbón (28%). Casi dos tercios del aumento del suministro de carbón entre 2000 y 2030 procederán de Asia. Las proyecciones muestran que el gas natural llegará a representar una cuarta parte del suministro energético mundial en 2030, como consecuencia de un incremento debido, principalmente, a la generación de electricidad. (European Commission, 2000).²

Las energías renovables crecieron a una tasa promedio anual de 2.9% de 1990 a 2010, y contribuyeron con 19.4% de la generación de energía eléctrica mundial. El proceso de transición hacia una mayor participación de las energías renovables en el mundo ha sido impulsado por una serie de factores, entre los cuales se destacan las preocupaciones de soberanía y de seguridad en el abasto de energía en países importadores; la alta volatilidad de los precios de los combustibles de origen fósil; las preocupaciones por los impactos ambientales de los sistemas energéticos, en particular el cambio climático; y la caída en precio de las tecnologías renovables como resultado del desarrollo tecnológico. Se prevé una expansión rápida en el uso de las energías renovables modernas hacia 2035. Se espera que el suministro de energía renovable moderna (hidráulica, eólica terrestre y marina, solar, geotérmica, de los océanos y biomasa moderna)

² European Commission, (2000). Perspectivas de la evolución mundial hasta 2030 en los ámbitos de la energía, la tecnología y la política climática, UE.

se incremente de 840 millones de toneladas equivalentes de petróleo.(SENER, 2012)³

En resumen, se presenta un reto importante enmarcado en un *dilema energético* (Figura 3) que es preciso solucionar. De un lado se evidencia un aumento significativo en la demanda energética, el doble para el 2050, de otro lado para disminuir la amenaza ambiental que supone este aumento de consumo energético se debe reducir a la mitad las emisiones de CO₂. es necesario cambiar el modelo energético hacia un consumo responsable de energía enmarcado en actividades sustentables y sostenibles.

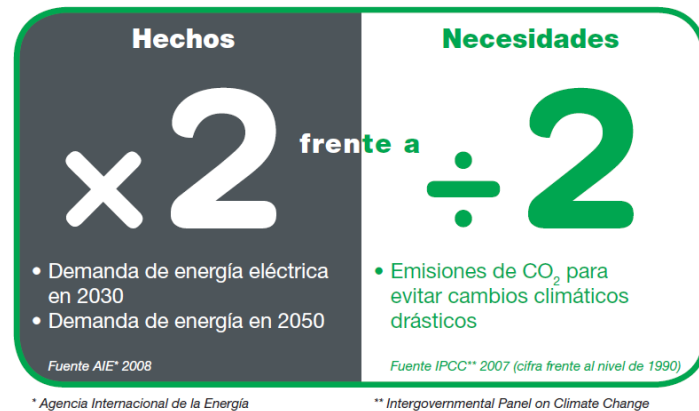


Figura 3. Dilema Energético. Representación gráfica (SENER, 2012)

4.1.2 Energía Eólica

La energía eólica es el tipo de energía renovable más extendida a nivel internacional por potencia instalada (MW) y por energía generada (GWh). La energía eólica procede de la energía del sol, ya que son los cambios de presiones y de temperaturas en la atmósfera los que hacen que el aire se ponga en movimiento, provocando el viento, que los aerogeneradores aprovechan para producir energía eléctrica a través del movimiento de sus palas (energía cinética).⁴

4.1.3 Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos. Se utilizan dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden

³SENER, (2012). Perspectiva de Energías Renovables 2012-2026. México D.F., p19 -26

⁴ ALVAREZ, Clemente, (2006), Manuales de Energías Renovables (Energía Eólica), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid.

electrones cuando los fotones inciden sobre ellos. Convierten energía luminosa en energía eléctrica. Están formados por células elaboradas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 V, utilizando como materia prima la radiación solar.⁵

4.1.4 Energía Geotérmica

La geotermia es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas y con mayor futuro. Se encuentra almacenada bajo la superficie terrestre en forma de calor y ligada a volcanes, aguas termales, fumarolas y géiseres. Dicha energía posee actualmente un gran potencial, y puede ser explotada por el hombre en aplicaciones que van desde la producción de electricidad, cuando se trata de yacimientos de alta temperatura hasta los usos térmicos en los sectores industrial, servicios y residencial, ya sea de forma directa o a través de bomba de calor geotérmica (calefacción y refrigeración).⁶

4.1.5 Energía Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es electricidad generada aprovechando la energía del agua en movimiento. La lluvia o el agua de deshielo, provenientes normalmente de colinas y montañas, crean arroyos y ríos que desembocan en el océano. La energía que generan esas corrientes de agua puede ser considerable, como sabe cualquiera que haya hecho descenso de rápidos. La energía hidroeléctrica es la que genera electricidad de forma más barata en la actualidad. Esto se debe a que, una vez que la presa se ha construido y se ha instalado el material técnico, la fuente de energía (agua en movimiento) es gratuita. Esta fuente de energía es limpia y se renueva cada año a través del deshielo y las precipitaciones. Sin embargo, la construcción de presas en los ríos puede destruir o afectar a la flora y la fauna y otros recursos naturales.⁷

4.1.6 Energía Mareomotriz

La energía mareomotriz es la que se obtiene aprovechando las mareas, transformando la energía mareomotriz en energía eléctrica. Con un promedio aproximado de 4 Kilómetros de profundidad los océanos cubren las tres cuartas partes de la tierra conformando un enorme depósito de energía siempre en movimiento, el viento es el encargado de formar las olas que pueden alcanzar

⁵ MENDEZ, Javier, (2009), Energía Solar Fotovoltaica, 4 Ed., Editorial Fundación Confemetal, España

⁶ LLOPIS, Guillermo, R. V., (2010), Guía De La Energía Geotérmica, Unidad de Proyectos de Ingeniería de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid , España.

⁷ OSORIO, José, (2008), Energía Hidroeléctrica, Pressas Universitarias de Zaragoza, España.

los 12 metros en condiciones normales, y las temperaturas (entre -2º C a 25º) generan corrientes y por último la conjugación tanto en la superficie como en el fondo, de las atracciones solar y lunar.⁸

4.1.7 Energía Nuclear

La energía nuclear es la energía en el núcleo de un átomo. Los átomos son las partículas más pequeñas en que se puede dividir un material. En el núcleo de cada átomo hay dos tipos de partículas (neutrones y protones) que se mantienen unidas. La energía nuclear es la energía que mantiene unidos neutrones y protones. La energía nuclear se puede utilizar para producir electricidad. Pero primero la energía debe ser liberada. Ésta energía se puede obtener de dos formas: fusión nuclear y fisión nuclear. En la fusión nuclear, la energía se libera cuando los átomos se combinan o se fusionan entre sí para formar un átomo más grande. Así es como el Sol produce energía. En la fisión nuclear, los átomos se separan para formar átomos más pequeños, liberando energía. Las centrales nucleares utilizan la fisión nuclear para producir electricidad.⁹

4.1.8 Energía de la Biomasa

Dentro del contexto actual de producción de energías limpias se destacan entre otros la utilización de productos obtenidos a partir de la materia orgánica como la biomasa cuya transformación biológica puede resultar aprovechable energéticamente, además esta misma se caracteriza por abarcar una amplia gama de residuos como componente. Según la especificación técnica europea CEN/TS 14588 (en IDAE, 2007)¹⁰ se define la biomasa como “Todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”

Se han realizado estudios para identificar las potencialidades de los cultivos energéticos y desechos agroindustriales en el país como es el caso del Documento ANC 631/03 elaborado por la Unidad de Planeación Minero Energético (UPME)¹¹, este documento hace una recopilación exhaustiva de los cultivos cuyos desechos son potencialmente aprovechables como biomasa, entre estos, ocupando nuestro interés por cultivarse en la región del altiplano,

⁸ CASTILLO, Carmen, (2009), Energías Renovables-Energía Oceánica, ICAI, Madrid

⁹ ADELANTADO, Manuel, (2007), Energía Nuclear O Energías Alternativas, Ediciones ATTAC, Cataluña, España.

¹⁰ IDEA, (2007). Energía de la Biomasa. Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía. Madrid

¹¹ UPME, (2003). Potencialidades De los Cultivos Energéticos Y Residuos Agrícolas En Colombia. Resumen Ejecutivo. Documento No.:Anc-631-03. Bogotá D.C.

están la papa, el maíz, la yuca, la cebada, el trigo, la caña de azúcar, el frijol, el café, entre otros

Como cita el documento de la UPME, la biomasa como fuente energética no tiene limitación alguna, es posible implantar cultivos energéticos, de bosques, rastrojos, plantas oleaginosas, pastos para biodiesel, donde se requiera, con técnicas conocidas desde hace milenios. Las tecnologías de transformación, gasificación, combustión, co - combustión, pirólisis etc., se encuentran desarrolladas y disponibles. Haría falta conocer los requerimientos energéticos específicos del sitio, la tecnología de transformación con mayor viabilidad, la oferta edáfica y el clima.

El cálculo del potencial energético por tipo de cultivo, bosque plantado y residuos de bosque natural, establece la energía almacenada en su forma primaria y susceptible de ser utilizada en un proceso de transformación. Estos valores deben ser afectados por la eficiencia de transformación del proceso aplicado a cada producto. A continuación se relaciona el potencial energético de los cultivos representativos del departamento de Boyacá:

Cultivo	Producción ton/año	Producto energético	% energético	Producción Producto energético (ton/año)	Producción Producto energético (Galones/año)	Poder calorífico (KJ/Kg)	Potencial Energético Bruto (MWh/año)
Caña Azúcar	21,897,120	Alcohol	6%	1,210,911	404,919,350	26,700	1,025.22
Caña Miel	165,648	Alcohol	6%	9,160	3,063,146	26,700	7.76
Caña Panela	13,451,384	Alcohol	6%	743,862	248,741,648	26,700	629.79
Cebada	4,882	Alcohol		0	0	26,700	0.00
Maíz Tecnificado	525,709	Alcohol	37%	194,512	65,043,446	26,700	164.68
Maíz Tradicional	700,897	Alcohol	37%	259,332	86,718,614	26,700	219.56
Papa	2,586,451	Alcohol	10%	268,991	89,948,515	26,700	227.74
Sorgo	220,142	Alcohol	79%	173,912	58,154,912	26,700	147.24
Trigo	23,956	Alcohol		0	0	26,700	0.00
Yuca	1,918,611	Alcohol	13%	257,669	86,162,710	26,700	218.16
Subtotal (promedio)	41,494,800	---	(24%)	3,118,349	1,042,752,341	(26,700)	2,640.15

Tabla 1. Potencial Energético de residuos agrícolas en Boyacá. Documento ANC 631/03 UPME

4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE

La utilización de la biomasa como fuente alternativa de energía presenta ventajas e inconvenientes.

Entre las ventajas descritas por Tomas (2009) se encuentran:

- Disminución de emisiones de CO₂. No obstante durante su aprovechamiento se realiza un proceso de combustión cuyos productos son agua y CO₂, en este caso la cantidad emitida de este gas invernadero no supone un incremento en la atmósfera, puesto que fue el mismo captado por las plantas durante el proceso de la fotosíntesis.
- Presenta alto contenido energético por unidad de volumen.
- No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados ni partículas sólidas.
- Se da un proceso de reciclaje y transformación, disminuyéndose la acumulación de residuos
- Puede ser fuente de ingresos y una alternativa económica en el sector agrícola
- Permite la introducción de cultivos de valor rotacional
- Disminuye la dependencia de combustibles fósiles
- Económicamente es más asequible que otras fuentes de energía limpia.

Presenta también algunas desventajas tales como:

- Menor rendimiento energético con respecto a los combustibles fósiles.
- Dependiendo del proceso de transformación puede resultar más costosa que la energía proveniente de combustibles fósiles.
- Según el sustrato utilizado la producción es estacional.
- La materia prima es de baja densidad energética lo que implica mayor volumen e inconvenientes para el almacenamiento y transporte.
- Necesita un proceso de transformación para su aprovechamiento.¹²

La optimización de los procesos de transformación de la biomasa para la producción de energía puede obtenerse a través de la incorporación de métodos

¹² TOMAS, Luis, (2009), Fuentes de Energía: Biomasa, Revista Milliarum, Sección medio Ambiente, 20 de Agosto de 2009

técnicos y tecnológicos que permitan un aprovechamiento más eficiente de la energía generada.

4.3 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE BIOMASA

Para el aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía es imprescindible aplicar un proceso de transformación que genere combustibles de mayor densidad energética y física. Para esto se utilizan diversos procesos (CERDÁ, 2012)¹³:

- ✓ Combustión de biomasa: En este proceso el carbono y el hidrógeno contenidos en el combustible reaccionan con el exceso de oxígeno para formar CO₂ y agua y liberar calor. La combustión se realiza con carbón que resulta y a partir de este se produce energía eléctrica.
- ✓ Pirólisis: Se trata de un proceso de descomposición de biomasa a través de una oxidación incompleta en ausencia de oxígeno que genera compuestos sólidos (carbón vegetal), líquidos y gaseosos aptos como materiales combustibles industriales.
- ✓ Gasificación de biomasa: se presenta a través de la oxidación parcial de la biomasa con calor, esto produce un combustible compuesto por una mezcla de gases rico en CO e hidrógeno. Este combustible puede ser enriquecido alcanzando una eficiencia elevada.
- ✓ Digestión anaerobia: Es un proceso biológico en el que la materia orgánica, mediante la acción de un consorcio de microorganismos específicos y en ausencia de oxígeno, se descompone en biogás (50 al 70% metano) y en digestato que es una mezcla de productos minerales y compuestos de difícil degradación con alto potencial fertilizante.

4.3.1 La Cogeneración Y La Eficiencia Energética.

La Cogeneración se define como la producción secuencial de energía eléctrica y/o mecánica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria, y es hoy, la mejor alternativa de conversión eficiente de la energía primaria y como método de conservación de

¹³ CERDÁ E, 2012. Energía Obtenida a partir de Biomasa, Universidad Computense de Madrid. Cuadernos Económicos de ICE No. 83. Madrid.

energía orientada a lograr un desarrollo sustentable. (SUBCOMISION PROYECT COGENERACIÓN, 2004)¹⁴

En el sector rural, la Cogeneración permite la utilización de biomasa y desperdicios agrícolas, lo que es otro factor para el ahorro de energía primaria fósil. La reducción del consumo de la energía primaria, al instalar sistemas de Cogeneración, reducirá la dependencia en la importación de Gas Natural. (SUBCOMISION PROYECT COGENERACIÓN, 2004)

A través de esta propuesta se pretende aprovechar la digestión anaerobia para la transformación de la biomasa resultante de las actividades agrícolas y domésticas, además de este proceso se evaluará la adopción un sistema de cogeneración de energía eléctrica a partir del biogás producido durante la bioconversión.

4.4 ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN COLOMBIA

En la producción de bienes y servicios con un enfoque preventivo y de control del impacto ambiental recibe comúnmente el nombre de producción más limpia (PML), ecoeficiencia o desarrollo industrial sostenible.

Como una respuesta a la solución de la problemática ambiental de los sectores productivos colombianos, el Gobierno Nacional, a través del Ministerio del Medio Ambiente, ha definido dentro de sus políticas ambientales fundamentales incentivar “la prevención de la contaminación” en su origen, en lugar de tratarla una vez generada. Para lo anterior, el Plan Colectivo Ambiental del presente Gobierno descrito por Tamayo (2007), considera el programa de Producción más Limpia entre los prioritarios para el cumplimiento del objetivo específico de contribuir a la sostenibilidad de los sectores productivos, continuando con la implementación de la Política Nacional de Producción más Limpia que se comenzó desde 1995.

Esta Política tiene como Objetivo Global Prevenir y minimizar eficientemente los impactos y Riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, garantizando la protección ambiental, el Crecimiento económico, el bienestar social y la

¹⁴ SUBCOMISIÓN PROYECT COGENERACIÓN, (2004). Grupo de representantes de la Subcomisión para promover proyectos de Cogeneración, Documento de revisión. México D.F.

competitividad empresarial, a partir de Introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío de largo plazo. (Tamayo, 2007)¹⁵

Según Tamayo, entre los puntos más importantes en el marco de las políticas mencionadas se encuentran:

- ✓ Las estrategias de PML están orientadas a favorecer el recurso hídrico, siguiéndole el recurso aire y suelo.
- ✓ La vinculación empresarial a algún mecanismo gremial, regional, sectorial que apoye la PML actúa como estrategia de fomento.
- ✓ Preferencia de las estrategias de Producción Más Limpia. Las estrategias consideradas fueron: control y disminución de la contaminación en la fuente; remediación y restauración (tecnologías ambientales); eficiencia en el uso de recursos naturales; y sustitución de materias primas. De estas estrategias se presentó una preferencia por las actividades de control y disminución de la contaminación en la fuente, seguidas por las de eficiencia en el uso de los recursos naturales.
- ✓ Tipos de desarrollos tecnológicos. Los desarrollos tecnológicos propios presentaron una ligera ventaja sobre la adaptación de tecnologías, complementándose algunos de ellos con la compra de maquinaria y equipo.
- ✓ La aplicación de la ley debe considerar todos agentes contaminantes, de lo contrario se puede convertir en un factor que desfavorece la Producción más Limpia. Si la aplicación de la ley no es igual para todo el que contamina (empresas grandes, medianas, pequeñas y micro, empresas de servicios públicos, los municipios, etc.), y por igual en las diferentes zonas del país, esto genera una competencia desleal.
- ✓ Existe el concepto generalizado que la legislación ambiental actual favorece el control de la contaminación pero no la Producción más Limpia. Considerando los niveles de cobro de las tasas retributivas por vertimientos líquidos, las empresas optan por pagar estas tasas que adoptar tecnologías limpias para la prevención de la contaminación.
- ✓ Los incentivos económicos a la Producción más Limpia existentes (exención de IVA por equipos certificados como tecnología limpia y

¹⁵ Tamayo S. 2007, Evaluación de las Necesidades, Capacidades y Prospectivas de Producción más limpia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Colombia

deducción en el impuesto a la renta por inversión ambiental), requieren ser divulgados y evaluados en su implementación, ya que la mayoría de las empresas demandan incentivos a la Producción más Limpia.

- ✓ La falta de certeza sobre el mantenimiento en el tiempo de las normas ambientales y la dispersión de las mismas, se convierte en una limitante para el fomento de la Producción más Limpia en el país.
- ✓ Con algunas excepciones, la falta de confianza de los empresarios en las capacidades nacionales de I&D e ingeniería son una limitante para el desarrollo de tecnologías limpias autóctonas. Igualmente, la falta de recursos para hacer I&D y transferencia de tecnología (del creador de la tecnología nacional al usuario) limitan el desarrollo de tecnologías limpias.

Desafortunadamente en Colombia la utilización de tecnologías limpias no ha tomado en la práctica la trascendencia que es debida. Se ha avanzado en el establecimiento de políticas, se destaca más recientemente la ley 1715 de 2014 promulgada el pasado 13 de Mayo “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional”.

Con esta Ley se establece un nuevo escenario para el sector eléctrico, que favorece el uso eficiente de los recursos energéticos y la diversificación de las fuentes tradicionales de energía eléctrica. Se definen las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), como: “aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME”.¹⁶

El IPSE, Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas, es uno de los organismos adscritos al Ministerio de Minas y Energía que se apropia de la adopción de energías alternativas en zonas no interconectadas del país. Es un esfuerzo válido y efectivo por trascender con las políticas actuales de manejo sostenible en el país.

¹⁶ LEY 1715, (2014), Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, Congreso de Colombia, República de Colombia

El Banco Interamericano de Desarrollo BID, está promoviendo el uso de tecnología limpia y eficiencia energética enfocado al sector hotelero y clínico hospitalario, En Colombia hay alrededor de 6.000 hoteles y 9.600 instituciones de salud. El programa buscará comenzar a ayudar a ambos sub-sectores del sector servicios a aumentar su competitividad, reduciendo simultáneamente sus consumos energéticos y emisiones de GHG.¹⁷

No desconocemos los avances, sin embargo no se encontraron reportes de políticas fuertes que vinculen la adopción de energías alternativas a los procesos productivos agrícolas sostenibles, es un tema aún en desarrollo. La falta de políticas al respecto disminuye en gran medida el acceso de los productores a fuentes de financiación, estímulos, capacitación y desarrollo tecnológico.

Según la revista Portafolio, Colombia está rezagada en el uso de energías limpias, Así lo confirma Andreas Eisfelder, gerente regional de energías renovables para Suramérica de Siemens, quien explica que, pese al buen marco regulatorio que tiene el país en el tema, hace falta impulsar las fuentes no convencionales. “La regulación en Colombia es muy buena, pero nos gustaría que embarcara otras tecnologías como la solar y la eólica para hacer posible la cogeneración a través de estas fuentes”, aseguró.¹⁸

Aunque el potencial del país para la producción de energías limpias ha sido ampliamente documentado, sigue un paso atrás respecto a otros países de la región, como Chile, que trabaja para que en el 2020 el 10 por ciento de su energía sea renovable.

4.4.1 Casos Exitosos

Proyectos a cargo del IPSE – Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas

Tomando como referencia el Informe de Gestión vigencia 2013¹⁹ publicado por el IPSE. Se referencian los principales proyectos en curso soportados bajo los

¹⁷ BID, (2013), Colombia Promueve El Uso De Tecnología Limpia y Eficiencia Energética con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo BID, Comunicado de Prensa, 23 de Septiembre de 2013

¹⁸ PORTAFOLIO, (2012), Colombia Está Rezagada En El Uso De Tecnologías Limpias En Colombia, Revista Portafolio, Sección Economía, Octubre 12 de 2012.

¹⁹ IPSE, (2013). Informe de Gestión 1 de Enero a 31 de Diciembre de 2013. Ministerio de Minas y Energías. Bogotá D.C. Colombia

lineamientos y metas que el gobierno propone para las zonas no interconectadas en Colombia y que ejecuta el Ministerio de Minas y Energía a través del IPSE.

✓ Planta de Residuos Sólidos Urbanos RSU.

El proyecto, cuyo objeto es la construcción de una planta de aprovechamiento energético de basuras de 1MW en la ciudad de San Andrés, se encuentra en fase de aprobación ambiental, el prototipo está construido al 100%, el retraso en el permiso ambiental por parte de la Entidad Coralina es el obstáculo que tiene en espera el funcionamiento de la planta.

Como alternativa para dar continuidad a las pruebas requeridas de la planta RSU, la interventoría recomendó una operación transitoria, con el fin de que los diferentes actores cuenten con los criterios para definir los aspectos que corresponden a la operación del relleno sanitario Magic Garden y de la planta.

✓ Parque Híbrido de Generación Guajira y Titumate-Chocó

Los primeros proyectos que se empezaron a implementar fueron los de La Guajira, a comienzos del 2013, y en el segundo semestre se dio al servicio el de Titumate, para terminar con los de la zona insular, donde están las tres islas mencionadas.

Gracias a esta estrategia, en los corregimientos de la Alta Guajira colombiana se están beneficiando 1.500 personas, en Titumate, unas 500 y en las tres Islas se sumaran otras 3.000, para un total de 5.000, que no contaban con luz asiduamente.

Los sistemas híbridos es la asociación de dos o más fuentes, con el objetivo básico de generar corriente eléctrica y para ello se utilizan fuentes renovables que se complementan con plantas diésel, como se viene haciendo actualmente en las áreas no interconectadas.²⁰

✓ Implementación de Seguidores Solares

Se instalaron 10 seguidores solares de dos ejes, de 12.5 kW cada uno, ocho en Alta Guajira y dos en Isla Fuerte, generando electricidad a tensión trifásica de 120/208 Voltios, en red eléctrica aislada, los cuales se integraron a otras fuentes de generación: aerogeneradores (dos de 100 kW), grupos electrógenos con combustible gas licuado de petróleo GLP y DIESEL (ACPM).

✓ Generación De Energía Eléctrica A Partir De Residuos De Madera Mediante Tecnología De Gasificación

En el corregimiento El Totumo: se han adelantado la caracterización de la madera, los ensayos en el gasificador de la Universidad Nacional sede Bogotá

²⁰ PORTAFOLIO, (2013), Energía Renovable Para Algunos Lugares del Chocó y Magdalena, Revista Portafolio, Sección Economía, 30 de Octubre de 2013

con la madera de Necocli, el diseño de la red con cantidad de obra, el diseño de la casa de máquinas y zona de acopio y los talleres con la comunidad de sensibilización del proyecto y de creación de empresas.

✓ Proyecto De Producción De Bioalcohol En Frontino

Con aportes de CORPOICA, la Gobernación de Antioquia y el IPSE, se construye e implementa una planta para la producción de etanol anhidro 99.7% en la localidad de frontino, a partir de 65 toneladas diarias de caña de azúcar para producir 500 litros diarios de Bioetanol.

✓ Generación De Energía A Partir De Pastos Mediante Tecnología A A Partir De Pastos Mediante Tecnología De Biogás En Puerto Leguizamo—Putumayo

Fueron instaladas en Puerto Leguizamo Putumayo tres plantas de generación de Energía eléctrica a partir de Biogás, este proyecto beneficia una población aproximada de 22000 habitantes. Las nuevas plantas permiten una mejor eficiencia en cuanto al consumo de combustible, ya que poseen un sistema de Paralelismo que optimiza el funcionamiento de los mismos.

4.5 MANEJO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

Existen diversos tipos de residuos generados por las actividades humanas, suelen clasificarse de acuerdo al punto de orígenes como domésticos, industriales, hospitalarios, agrícolas y agroindustriales. De acuerdo al efecto que los residuos o deshechos puedan tener o no sobre la salud humana podremos clasificarlos en peligrosos o especiales, o en no peligrosos u ordinarios, siendo estos últimos inocuos para la salud humana, por último se pueden clasificar según el tipo de degradación en deshechos biodegradables y deshechos no biodegradables. La agricultura y la agroindustria vienen siendo los principales generadores de residuos sólidos biodegradables.

El sector primario en Colombia juega un lugar importante en la economía, y su crecimiento resulta en la incorporación de hábitos comportamentales y de producción que deberían estar ligados ya a la sostenibilidad del medio ambiente como primer requisito de operación agrícola; sin embargo, en la mayoría de los casos estos hábitos no se manifiestan y como consecuencia los subproductos o residuos de difícil degradación en el medio ambiente.

La agricultura genera cantidades muy importantes de subproductos o residuos de difícil degradación en el Medio Ambiente derivados del uso y mantenimiento

de las explotaciones agrícolas, entre ellos destacan, tanto cualitativa, como cuantitativamente:

1. Residuos Plásticos
2. Residuos Vegetales
3. Residuos de Envases de Pesticidas
4. Otros (alambres, maderas....)

El origen del problema radica en el vertido incontrolado de los desechos y excedentes generados en el medio rural, así como la eliminación mediante la quema; Generándose problemas como:

- Residuos Plásticos: Provoca un Desequilibrio ecológico, el deterioro del campo, taponamiento de ramblas y caminos, ensucia y perjudica zonas de recreo y desarrollo, provoca una contaminación atmosférica, e impactos visuales. Los residuos plásticos de los invernaderos son vertidos de forma indiscriminada, en ramblas o en las proximidades de las mismas.
- Residuos Vegetales: Han creado un foco importante de infección para los cultivos, contaminan aguas de riego, encarecen los costes de producción y aumenta los riesgos que del uso de productos fitosanitarios se derivan, supone un alimento para el ganado a pesar de poder contener restos de productos fitosanitarios, y provoca un impacto ambiental y paisajístico.
- Los residuos vegetales (restos de productos hortofrutícolas, matas....), son vertidos en las inmediaciones de los invernaderos o bien en zonas abiertas donde pasta el ganado. El ganado se alimenta de restos de materia orgánica con elevados contenidos en productos tóxicos que se incorporan a su metabolismo.
- Residuos de Envases de Pesticidas: Se abandonan en cualquier lugar junto a los invernaderos, se pueden encontrar en canales de riego o en espacios libre con el consiguiente riesgo de contaminación de aguas y el peligro para niños por utilizarlos como material de juego
- Los envases de plaguicidas se vierten indiscriminadamente, ocasionado procesos de contaminación de suelo y acuíferos, además de suponer un peligro para los niños.

Las afecciones ambientales actuales sobre los diferentes factores ambientales se recogen a continuación:

- Atmósfera:
 - Quemadas indiscriminadas de restos de envase con la consiguiente contaminación atmosférica
 - Generación de malos olores como consecuencia de la putrefacción de restos

orgánicos.

- Dispersión de materiales plásticos por la acción del viento

- Agua:

- Contaminación puntual de aguas superficiales (acequias de riego, balsas)

- Taponamiento de acequias, aliviaderos, ramblas por vertidos de plásticos, envases de pesticidas y restos orgánicos.

- Contaminación de acuíferos subterráneos, como consecuencia de los elevados contenidos de los productos hortofrutícolas, plásticos de invernaderos y restos de pesticidas que quedan en el interior de los envases, los cuales se vierten sobre el suelo, pudiendo llegar a afectar acuíferos subterráneos.

- Suelo:

- Contaminación de los mismos como consecuencia del vertido indiscriminado de productos tales como plásticos, envases de pesticidas, restos de materia orgánica etc...

- Vegetación:

- Alteraciones de comunidades vegetales como consecuencia de la aparición indiscriminada de vertederos incontrolados

- Fauna:

- Generación de focos de infección como consecuencia de acúmulos de materia orgánica.

- Alimento no controlado de ganado caprino y ovino (restos hortofrutícolas) con los consiguientes peligros de incorporación de los pesticidas al metabolismo animal y posterior transmisión al hombre mediante leche y carne.

- Incremento de plagas de insectos y roedores

- Cambios de pauta de alimentación de determinadas especies animales

- Paisajísticas:

- Afecciones graves sobre el paisaje, acentuado no solo por la construcción de invernaderos, sino por el vertido indiscriminado de residuos sólidos agrícolas.

- Higiénico sanitarias:

- Peligros de intoxicaciones por manipulación de envases de pesticidas por niños (juegos....).

- Falta de control ante posibles plagas de insectos y roedores.

- Falta de control ante transmisiones de plagas derivadas de los productos hortofrutícolas que se pudren en las inmediaciones de otras plantaciones, caminos, proximidad de acequias de riego etc.

- Socioeconómicos:

- Mala imagen ante terceros, depreciación de productos, caída de mercado, mala gestión de los productos hortofrutícolas y de los residuos sólidos generados, pérdidas de empleo y falta de aprovechamiento de nuevos recursos y

subproductos derivados del aprovechamiento y tratamiento de los residuos agrícolas.

Se deben tener medidas de prevención, contingencia y manejo que mitiguen y/o eliminen los daños causados por el manejo inadecuado de residuos agrícolas como pueden citarse:

- ✓ Atmósfera: mejorar la calidad atmosférica de la zona en su conjunto ya que se evitarían procesos de quema indiscriminada por parte de agricultores, se evitarían igualmente los arrastres de plásticos por el viento y la dispersión de los mismos, así mismo se evitan focos indiscriminados de productos en procesos de descomposición que puedan generar malos olores.
- ✓ Agua: Mantener la calidad del agua, dadas las características peligrosas y tóxicas de dichos residuos con un alto contenido en pesticidas y plaguicidas evitándose de este modo la contaminación de acuíferos.
- ✓ Suelo: Eliminar focos aislados de vertidos que puntualmente y de forma dispersa contaminan el suelo dado que el proceso de gestión contempla la recogida selectiva de los distintos R.S.A., evitando en éstos casos el vertido directo de materiales al suelo, procedentes de envases (restos de plaguicidas y pesticidas...) o de plásticos y materia orgánica.
- ✓ Vegetación: evitar vertidos indiscriminados de carácter "sinérgico", sobre amplias zonas donde existe un matorral autóctono. Así y mediante recogidas selectivas y tratamientos adecuados de los R.S.A. se evitan procesos de destrucción de la vegetación.
- ✓ Fauna: evitar focos aislados de roedores y afecciones sobre la fauna autóctona de la zona ante posibles ingestas de productos con altos contenidos en pesticidas. Otro impacto positivo sobre la fauna, concretamente sobre la ganadería, vendría determinado por la retirada de materia orgánica (restos vegetales) de los márgenes de caminos, invernaderos..., que son ingeridos habitualmente por cabras, evitándose el problema que puede ocasionar por efectos acumulativos de dichos pesticidas en la ganadería y sobre el hombre como consumidor.
- ✓ Paisaje: eliminar los distintos focos dispersos de vertederos incontrolados existentes, mejorando la calidad paisajística inmediata a las zonas de labor así como de zonas abiertas y ramblas; a la vez que las zonas dedicadas al control y reciclado de R.S.A. se acondicionarían paisajísticamente para evitar efectos paisajísticos indeseados.
- ✓ Higiénico - sanitario: Mejorar la calidad higiénico - sanitaria de la población, evitando que se manipulen los restos de envases por niños, generación de plagas y vectores de enfermedades que afecten a las propias plantaciones y a la población. Disminuir plagas de mosquitos y

moscas, controlar las poblaciones de roedores y se evitan olores como consecuencia de los procesos de fermentación de los restos orgánicos.

- ✓ Socioeconómico: Mejorar relaciones comerciales con terceros dado que se mejora el aspecto estético y ambiental del sector, se genera empleo, se reutilizan las materias primas existentes, se evitan contagios, generaciones de plagas y vectores infecciosos, dadas las mejoras que conllevan la Gestión de los R.S.A., interviniendo el aspecto de limpieza e higiénico sanitario, además del paisajístico (Fernández, 2012)ⁱ²¹

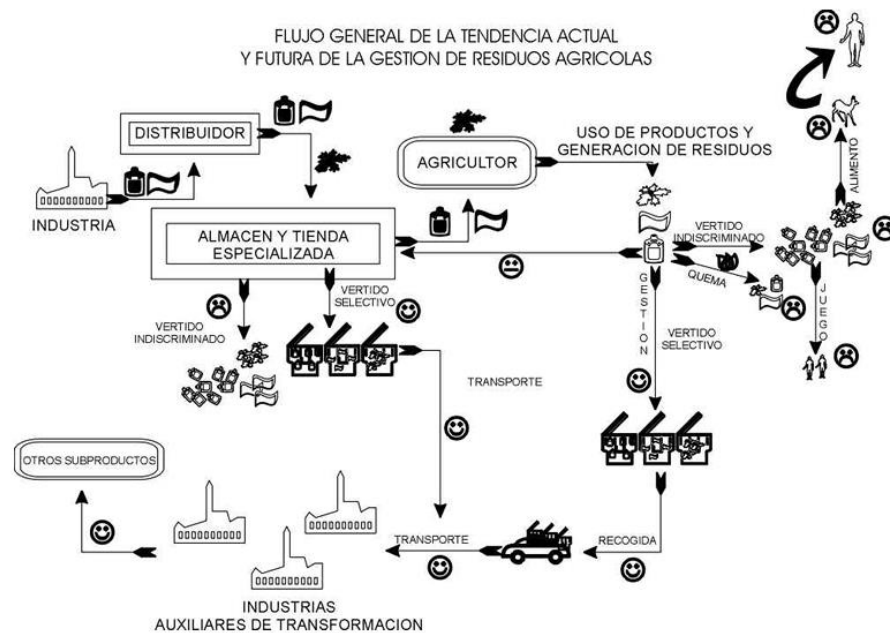


Figura. 4. Tendencia actual en la gestión de residuos agrícolas. (Fernández, 2012)

4.6 NECESIDADES ENERGÉTICAS EN LA AGRICULTURA

Dentro de las actividades agrícolas existen distintas fuentes de gasto de energía eléctrica y combustible, muchas de ellas suponen un incremento en los costos de producción agrícola.

De hecho como cita la revista Portafolio (2010) en su sección “Sembramos”, la agricultura convencional hace un alto uso de la energía externa, a través de la

²¹ FERNANDEZ, Eduardo, (2012), Residuos Sólidos Agrícolas, InfoAgro, recuperado de http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_solidos_agricolas.htm el 05/11/2014

utilización intensiva de maquinaria agrícola, de insumos industriales de síntesis química que demandan altos niveles de energía durante su producción y transporte.²².

Entre las principales actividades agrícolas con gasto de energía encontramos:

- ✓ Uso de Maquinaria para laboreo
- ✓ Aumento en las superficies de Regadío
- ✓ Desplazamiento y transporte
- ✓ Actividades domésticas, Iluminación, cocción de alimentos, uso de carbón, limpieza, refrigeración.

Se hace necesario Implementar acciones que reduzcan el crecimiento de la demanda energética en la agricultura, acciones que le permitan al pequeño y mediano agricultor tener herramientas de eficiencia energética que le beneficien en su actividad y tengan un impacto positivo en el ambiente.

4.7 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN BIODIGESTOR

El proceso mediante el cual los residuos orgánicos son transformados en Metanol y otros subproductos se conoce como digestión anaerobia, es un proceso natural microbiano que ocurre de forma espontánea en ausencia de oxígeno, generando una mezcla de gases, especialmente Metano y Dióxido de carbono y bioabono en suspensión acuosa.

El proceso anaeróbico tiene lugar en un ambiente acuoso cuando se acumula materia orgánica (compuesta por polímeros como celulosa, lípidos, carbohidratos, etc); los microorganismos aerobios consumen este sustrato y durante el procesos consumen el oxígeno disuelto q pueda existir, generándose un ambiente propicio para el crecimiento de la flora anaeróbica que consumirá también la materia orgánica disponible. Como consecuencia del proceso respiratorio de los microorganismos anaeróbicos se genera una importante cantidad de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y trazas de Nitrógeno (N₂), Hidrógeno (H₂) y Ácido Sulfhídrico (H₂S).

Existen factores específicos que influyen de manera directa el proceso de metanogénesis como son: ausencia de oxígeno, masa seca, masa volátil, carga orgánica volumétrica, temperatura, tiempo de retención hidráulica, acidez y alcalinidad y agitación.

²² CCI Corporación Colombia Internacional, 2010, Revista Portafolio “Agricultura Orgánica-Reduce causas del Cambio Climático” Sección Sembramos Julio de 2010.

Ausencia de Oxígeno:

las bacterias anóxicas solo pueden subsistir en medios ausentes de oxígeno, es por esto importante considerar que el medio adecuado para el cultivo de estas bacterias no debe contener más de un 3-5% de oxígeno, si se sobrepasa este valor podría inhibirse el proceso.

Masa seca:

Corresponde a la cantidad de sólidos contenidos en la biomasa y es la materia seca total con la que se alimenta el biodigestor. El porcentaje óptimo de sólidos en la mezcla a digerir debe ser de 10-15%, porcentaje que se logra mezclando la biomasa con agua o recirculando el Biol. Este porcentaje máximo aporta eficiencia al sistema.

Masa Volátil:

Esta corresponde al volumen de masa orgánica que contiene la biomasa. La masa volátil se determina estimando el contenido de cenizas que se obtiene de una muestra de masa seca después de su incineración por 6 horas a 550 °C. Es importante determinar este contenido puesto que es la masa volátil la única productora de biogás dentro de la biomasa.

Carga Orgánica Volumétrica:

Conocida como COV, corresponde a la cantidad de materia volátil (MV) con la que se alimenta el biodigestor por m³ de volumen de digestor (Kg MV/m³). Es importante conocer la COV para estimar el dimensionamiento del digestor. La COV es dependiente de la temperatura y del tiempo de retención hidráulica (TRH). Los valores deseados están entre 2 a 3 Kg MV/m³ de digestor por día.

Temperatura:

los rangos estimados para la digestión anaeróbica están a nivel psicrófilico (por debajo de los 25°C), mesófilico (entre 25 y 45 °C) y a un nivel termófilico (entre los 45 y 60°C) este último rango resulta ser el más favorable para la degradación rápida de la biomasa aunque debe ser cuidadosamente controlado para evitar variaciones repentinas de temperatura, aun de unos pocos grados. Temperaturas más bajas necesitan tiempos de retención más largos y por lo tanto mayores volúmenes del digestor.

Tiempo de Retención Hidráulica:

Conocido como TRH es el tiempo de permanencia de la biomasa en el digestor que depende en gran medida de la temperatura ambiental y de la carga orgánica

del digestor. Mayor temperatura implica un menor TRH y menores volúmenes de digestor.

Acidez y Alcalinidad (pH):

Es un parámetro de especial cuidado puesto que los microorganismos metanogénicos son especialmente sensibles a su variación. El rango óptimo de pH debe mantenerse entre 6,5 y 7,0 consiguiendo buen rendimiento en la degradación y elevada producción de metano. Como reguladores se pueden utilizar productos como el ácido clorhídrico y el bicarbonato de sodio, o en su defecto la Cal.

Agitación:

Es importante establecer el mecanismo de agitación, bien sea manual o mecánico. La agitación del sustrato permite renovar el contacto del mismo con la flora bacteriana, favorece la salida de los gases y proporciona una densidad uniforme a la población bacteriana, evita también la formación de floculas y costras.

A continuación una tabla que muestra las concentraciones máximas y mínimas de elementos que podrían eventualmente inhibir el proceso de metanogénesis.

Elemento	Valor
pH	6,5 – 8.0
Contenido en sales	2,5 – 25 mS/cm
Oxígeno	< 1ppm
Hidrógeno	6 Pa
Carbono total	0,2 – 50 g/l DQO
Magnesio	10 – 40 ppm
Azufre	50 – 100 ppm
Hierro	10 – 200 ppm
Níquel	0,5 – 30 ppm
Cobalto	0,5 – 20 ppm
Molibdeno	0,1 – 0,35 ppm
Cinc	0 – 3 ppm
Fosfatos	50 – 150 ppm
Relación C : N : P : S	2000 : 15 : 5 : 3

Tabla 2. Rango estimado aceptado de elementos que inhiben eventualmente la producción de metano. (Bosh, 2011)

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la viabilidad y desarrollar el prototipo de acuerdo a las necesidades del entorno en cuestión, es necesario ejecutar el proyecto en las fases descritas a continuación.

Las fases uno, dos y tres corresponden a la etapa de evaluación ex _ante o de Iniciación y Planeación, las fases cuatro y cinco a la etapa de ejecución y control y la fase seis corresponde a la etapa post mortem del proyecto.

A. ETAPA DE INICIACIÓN Y PLANEACIÓN

Fase Uno

Determinación de los Tipos de Biomasa disponibles para generación de energía:

- A.1. Tipos de Biomasa disponible
- A.2. Cantidades producidas por día/mes/año
- A.3. Calidad de la Biomasa disponible

Fase Dos

Determinación del potencial teórico para la generación de biogás y energía eléctrica.

2.1. Determinación de la fracción de materia orgánica (M.O)

2.2. Cantidad de metano producido por moles de glucosa.

2.3. Volumen de Metano producido teniendo en cuenta las variaciones en la presión y la temperatura.

2.4. De acuerdo a los diferentes volúmenes de metano se deberá calcular la cantidad de energía térmica y de energía eléctrica que teóricamente será posible producir.

Determinación de la Muestra para escoger el terreno más viable para la ejecución del proyecto:

Para evaluar la viabilidad del proyecto deberán ser testeadas las variables en diferentes cultivos agrícolas del sector objetivo, se tendrá en cuenta la población representativa en el sector rural con actividades agrícolas, según el Esquema de Ordenamiento Territorial Soracá Boyacá (2004) contamos con 136 familias en la vereda Chainé dedicadas a esta labor. Se realizará un muestreo aleatorio simple para lo cual deberemos escoger en primera instancia el tamaño de la muestra con un porcentaje de confianza del 95%:

Tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$$

Dónde:

N = Población 136

Z= Porcentaje de confianza 95% +1 = 1,95

p = variabilidad positiva 0,5

q = variabilidad negativa 0,5

E = porcentaje de error 0,05

Despejando la formula tendremos un tamaño de la muestra correspondiente a 100 familias, en cuyos predios serán testeados los parámetros de las fases uno y dos descritas anteriormente.

Fase Tres

Establecimiento de rangos de eficiencia y producción

Esta fase será aplicable después de la validación del primer modelo de biodigestor, al cual se le habrán realizado las respectivas pruebas de eficiencia y generación de biogás y energía. Estas pruebas darán los parámetros necesarios para fijar rangos de productividad y eficiencia de este biodigestor en este tipo de agro-ecosistemas.

Teniendo ya establecidos los rangos de eficiencia y productividad, y con los datos arrojados durante la evaluación de las dos primeras fases, se podrá dar aval, si procede, para la instalación del biodigestor.

B. ETAPA DE EJECUCIÓN Y CONTROL

Fase Cuatro

Montaje.

El biodigestor propuesto contendrá las siguientes partes:

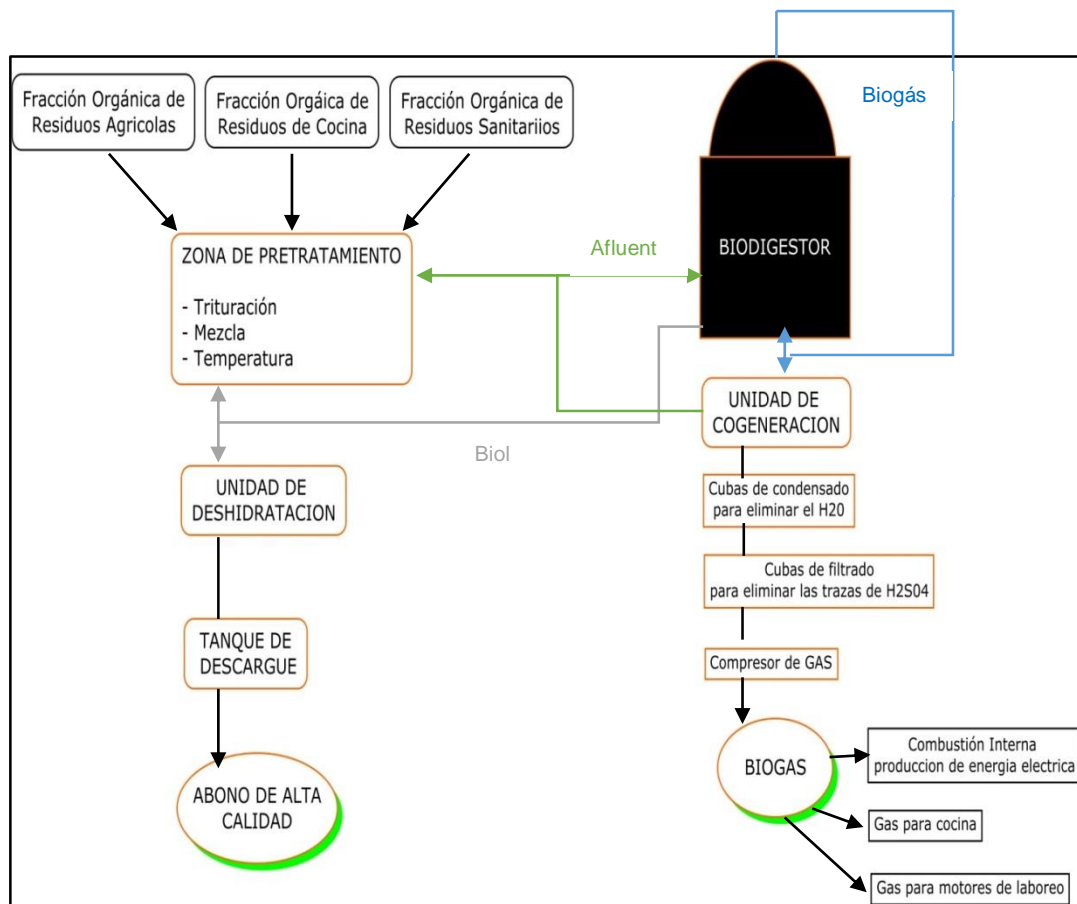


Figura 5. Partes propuestas para el Biorreactor

4.1. Zona De Pretratamiento:

- ✓ Se instalará un compartimento de recolección de residuos con la adaptación de entrada para vertido de los mismos y una salida para el afluyente del lodo tratado.

- ✓ A la entrada del compartimento se podrá adaptar un sistema de trituración simple (rodillos) que preparara los residuos para mezclado y calentamiento térmico natural.
- ✓ El mezclado se hará de forma manual en periodos establecidos, se probará la instalación de un mezclador de paletas helicoidales con un mango para su manipulación.
- ✓ Para el manejo de la temperatura el compartimento deberá ser en material PVC u otra alternativa que permita la captación y almacenamiento del calor ambiental.

4.2. *Biodigestor*

- ✓ El biodigestor se instalará usando otro compartimento en PVC pero abierto en la parte superior para poder adecuar el plástico recolector tubular.
- ✓ Se le adecuarán: una entrada del afluyente tratado y dos salidas, una superior para la válvula recolectora de gas y una inferior para la salida del lodo restante que pasara a convertirse en abono orgánico. Se adecuara también una entrada para la adición de insumos como bacterias fermentadoras anaeróbicas.
- ✓ Para los conductos de transporte de gas y lodos se utilizarán tuberías en PVC manejando distintos niveles para el traslado a los diferentes compartimentos.
- ✓ La elevación del plástico indicará que efectivamente se está generando biogás y a través de la válvula deberá ser conducido a la unidad de cogeneración para la eliminación de agua H_2O y Ácido sulfúrico H_2SO_4 .

4.3. *Unidad de deshidratación.*

A esta unidad se descargarán los lodos residuales del biodigestor (biol), este puede quedar abierto y se le adaptaran tamices de distinto calibre y un desagüe, que permitirá que sea filtrado el exceso de humedad, como resultado tendremos un abono de calidad para los cultivos.

4.4. *Unidad de Cogeneración.*

- ✓ El gas producido en el biodigestor viajará por una tubería en la que se instalarán trampas de agua (PVC Codos en forma de T con tapones) en las partes de bajo nivel (0,5% de nivel) para depurar los restos de agua.

- ✓ Se instalara un filtro de Ácido Sulfúrico para protección de los aparatos que reciban el biogás, este filtro consta de un tubo PVC de mayor diámetro en cuyo interior se coloca viruta o esponjilla de brillo que reaccionara con el Ácido eliminando el poder corrosivo.
- ✓ El biogás finalmente será conducido a un recipiente recolector cerrado con una salida regulada por una válvula; dependiendo de las necesidades establecidas y el potencial generado el biogás o gas metano será reconducido para poner en marcha motores de laboreo, para cocción de alimentos o para cogeneración de energía eléctrica.

4.5. Unidad de cogeneración eléctrica

Para esta unidad se necesita una mayor inversión; sin embargo, puede quedar opcional su adaptación puesto que con el sistema, hasta la unidad primaria de cogeneración, se generan ya productos energéticos de calidad: Biogás y Abono Orgánico.

Sera necesario direccionar el gas hacia una tubería de cobre reduciendo el diámetro de flujo para aumentar la presión del mismo, será conducido por medio de una válvula de descarga hacia un receptor de gas para combustión (cámara de combustión), la combustión activará el sistema de turbina simple que generara energía en forma de calor hacia un generador de electricidad, la siguiente figura esquematiza el flujo del gas hacia la generación de energía eléctrica.

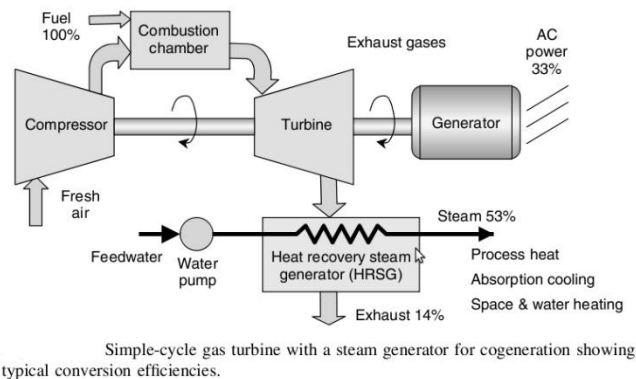


Figura 6. Esquematación del sistema de combustión para la generación de energía eléctrica a partir del biogás. (Recuperado de <https://jmirez.wordpress.com/2011/02/> el 29/11/2014)

Para la utilización de esta energía deberá instalarse un inversor de corriente que la transforme en Corriente Alterna de salida, obteniendo así la magnitud y frecuencia deseada.

Fase Cinco

Ejecución.

5.1. Puesta en marcha

Realizado el montaje se procede a dar inicio a las pruebas de generación de biogás, se realizarán pruebas teniendo en cuenta la unidad de carga, segregación de residuos y combinación de los mismos, la temperatura y el tiempo de producción. Esto medido en producción de gas metano y electricidad (W).

5.2. Evaluación ex_post

Se evaluará la eficiencia del sistema a través de los siguientes parámetros

El parámetro a utilizar para calcular la productividad metanólica está definido como la cantidad de metano generado en la unidad de tiempo respecto a la materia dispuesta en el Biorreactor. La expresión matemática es la siguiente:

$$P_{CH_4} = \frac{V_{CH_4}}{V_{reactor} * t}$$

Dónde:

V_{CH_4} Es el volumen del metano generado

$V_{reactor}$ Es el volumen de materia dispuesta en el Biorreactor

t Es el tiempo considerado

La producción de metano tiene un límite, y este depende fundamentalmente de la naturaleza dispuesta en el sistema digestor. La fórmula que permitirá estimar la máxima generación del metano para un producto determinado es:

$$M_{Max} = \frac{V_{CH4}}{S_{org.total}}$$

Dónde:

V_{CH4} Es el volumen del metano generado

$S_{org.total}$ es la cantidad de materia orgánica total utilizada en todo el proceso.

El siguiente parámetro de medición será la eficiencia del generador teniendo en cuenta tres variables interrelacionadas: poder calorífico del metano producido y la eficiencia energética del sistema.

Para el poder calorífico se utilizará la fórmula de poder calorífico superior expresado de la siguiente forma:

$$P.C.S = \{Kcal/m^3\} = 9.500 * (V_{CH4})$$

Donde 9500 Kcal corresponde al poder calorífico establecido para el metano en condiciones normales.

Para calcular la eficiencia energética se teniendo en cuenta el promedio del consumo de gas, multiplicado por el poder calorífico.

C. ETAPA POST-MORTEM

Fase Seis

6.1. Evaluación Técnica: Según la disponibilidad de biomasa útil para la generación de biogás se determinarán las restricciones técnicas del sistema, esto medirá también el potencial factible del biogás.

6.2. Evaluación Económica. Teniendo en cuenta el potencial energético generado, la demanda energética del sector evaluado y los costos asumidos para implementar el sistema se realizará la estimación de costos de generación el consecuente potencial implementable.

6.2. Socialización Y Extensión A La Comunidad. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se hará oportuna socialización con la comunidad académica, el sector agrícola y si da lugar, con los entes gubernamentales para incentivar el apoyo a estas iniciativas.

6. GESTION DEL PROYECTO

6.1 Gestión Del Alcance

La implementación del proyecto propuesto permitirá los siguientes:

Corto Plazo:

- ✓ Determinación del potencial energético de la biomasa residual en cultivos de pequeña y mediana escala del sector escogido.
- ✓ Transformación de la Biomasa residual a través de un fuente alternativa de energía.
- ✓ Producción de abono orgánico para las actividades agrícolas en el área.

Mediano y largo Plazo

- ✓ Reducción del consumo de energía de fuentes no renovables.
- ✓ Adopción del sistema por parte de otros agricultores del sector.

El siguiente esquema define las actividades orientadas a garantizar el cumplimiento de los objetivos de este proyecto y los hitos (en rojo) que permitirán evaluar la eficacia del proceso:

Estructura de descomposición del trabajo EDT.

Etapa	Código EDT	Nombre de la tarea	Duración	Comienzo	Fin	Avance
ETAPA DE INICIACION Y PLANEACION	1.1.1	Reconocimiento del terreno	1 día	lun 02/02/15	lun 02/02/15	0%
	1.1.2	Reconocimiento de cultivos y su estacionalidad	1 día	lun 02/02/15	lun 02/02/15	0%
	1.1.3	Determinación de Biomasa disponible	3 días	mar 03/02/15	jue 05/02/15	0%
	1.1.4	Determinación de la muestra y pruebas de calidad de Biomasa	5 días	vie 06/02/15	jue 12/02/15	0%

	1.1.5	Informe de Calidad de Biomasa	0 días	jue 12/02/15	jue 12/02/15	0%
	1.2.1	Pruebas para determinar fracción de MO	3 días	vie 06/02/15	mar 10/02/15	0%
	1.2.2	Pruebas para determinación de CH ₄ /glucosa	3 días	vie 06/02/15	mar 10/02/15	0%
	1.2.3	Pruebas de presión y temperatura	5 días	mié 11/02/15	mar 17/02/15	0%
	1.2.4	Definición calórica y energética	2 días	mié 18/02/15	jue 19/02/15	0%
	1.2.5	Informe de Variables y fracción química	0 días	jue 19/02/15	jue 19/02/15	0%
	1.3.1	Definición de biomasa utilizable	3 días	vie 20/02/15	mar 24/02/15	0%
	1.3.2	validación de parámetros ambientales, determinación del lugar de ejecución	5 días	vie 20/02/15	jue 26/02/15	0%
	1.3.3	Documento de validación	0 días	jue 26/02/15	jue 26/02/15	0%
	ETAPA DE EJECUCION Y CONTROL	2.1.1	Compra de material de montaje	8 días	vie 27/02/15	mar 10/03/15
2.1.2		Ensamblaje da la zona de Pretratamiento	2 días	mié 11/03/15	jue 12/03/15	0%
2.1.3		Pruebas de usabilidad y eficiencia	5 días	vie 13/03/15	jue 19/03/15	0%

	2.1.4	Entrega de zona de Pretratamiento probada	0 días	jue 19/03/15	jue 19/03/15	0%
	2.1.5	Ensamblaje de Biodigestor	1 día	mié 11/03/15	mié 11/03/15	0%
	2.1.6	Pruebas de usabilidad y eficiencia	3 días	vie 13/03/15	mar 17/03/15	0%
	2.1.7	Ensamblaje de la unidad de deshidratación	1 día	vie 20/03/15	vie 20/03/15	0%
	2.1.8	Pruebas de usabilidad y eficiencia	5 días	lun 23/03/15	vie 27/03/15	0%
	2.1.9	Ensamblaje de la unidad de cogeneración	1 día	mié 11/03/15	mié 11/03/15	0%
	2.1.10	Pruebas de usabilidad y eficiencia	3 días	jue 12/03/15	lun 16/03/15	0%
	2.1.11	Entrega de biodigestor en ensamblaje con cogeneración probados	0 días	lun 16/03/15	lun 16/03/15	0%
	2.1.12	Ensamblaje de la Unidad de Cogeneración Eléctrica	3 días	lun 30/03/15	mié 01/04/15	0%
	2.1.13	Pruebas de usabilidad y eficiencia	3 días	jue 02/04/15	lun 06/04/15	0%
	2.1.14	Entrega de Unid. De cogeneración eléctrica probada	0 días	lun 06/04/15	lun 06/04/15	0%

	2.2.1	Puesta en marcha	1 día	mar 07/04/15	mar 07/04/15	0%
	2.2.2	Corrección de variables	5 días	mié 08/04/15	mar 14/04/15	0%
	2.2.3	Evaluación Ex_post medición de parámetros	2 días	mié 15/04/15	jue 16/04/15	0%
	2.2.4	Informe de trazabilidad	0 días	jue 16/04/15	jue 16/04/15	0%
ETAPA POST-MORTEM	3.1.1	Evaluación técnica	5 días	vie 17/04/15	jue 23/04/15	0%
	3.1.2	Evaluación económica	5 días	vie 17/04/15	jue 23/04/15	0%
	3.1.3	Informe de evaluación técnica y económica	0 días	jue 23/04/15	jue 23/04/15	0%
	3.1.4	Extensión a la comunidad	5 días	vie 24/04/15	jue 30/04/15	0%
TIEMPO TOTAL ESTIMADO						64 días

Tabla 3. Estructura de descomposición del trabajo EDT. Realizada en Microsoft Project 2013

Es útil también, contar con una visión general del cronograma propuesto, a continuación se desglosan las actividades e hitos (en rojo), dentro de las 16 semanas, el tiempo previsto de ejecución.

CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES																	
Actividad		Semana															
EDT	Nombre de tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ETAPA DE INICIACION Y PLANEACION																
1.1	FASE UNO																
1.1.1	Reconocimiento del terreno	█															
1.1.2	Reconocimiento de cultivos y su estacionalidad	█															
1.1.3	Determinación de Biomasa disponible	█	█														
1.1.4	Determinación de la muestra y pruebas de calidad de Biomasa	█	█														
1.1.5	Informe de Calidad de Biomasa		█														
1.2	FASE DOS																
1.2.1	Pruebas para determinar fracción de MO		█														
1.2.2	Pruebas para determinación de CH4/glucosa		█	█													
1.2.3	Pruebas de presión y temperatura			█	█												
1.2.4	Definición calórica y energética					█											
1.2.5	Informe de Variables y fracción química					█											
1.3	FASE TRES																
1.3.1	Definición de biomasa utilizable					█											
1.3.2	validación de parámetros ambientales					█											
1.3.3	Documento de validación					█											
2	ETAPA DE EJECUCION Y SEGUIMIENTO																
2.1	FASE CUATRO																
2.1.1	Compra de material de montaje						█	█									
2.1.2	Ensamblaje da la zona de Pretratamiento							█									
2.1.3	Pruebas de usabilidad y eficiencia							█									
2.1.4	Entrega de zona de Pretratamiento probada								█								
2.1.5	Ensamblaje de Biodigestor							█									
2.1.6	Pruebas de usabilidad y eficiencia							█									
2.1.7	Ensamblaje de la unidad de deshidratación									█							

2.1.8	Pruebas de usabilidad y eficiencia																		
2.1.9	Ensamblaje de la unidad de cogeneración																		
2.1.10	Pruebas de usabilidad y eficiencia																		
2.1.11	Entrega de biodigestor en ensamblaje con cogeneración probados																		
2.1.12	Ensamblaje de la Unidad de Cogeneración Eléctrica																		
2.1.13	Pruebas de usabilidad y eficiencia																		
2.1.14	Entrega de Unid. De cogeneración eléctrica probada																		
2.2	FASE CINCO																		
2.2.1	Puesta en marcha																		
2.2.2	Corrección de variables																		
2.2.3	Evaluación Ex_post- medición de parámetros																		
2.2.4	Informe de trazabilidad																		
3	ETAPA POSTMORTEM																		
3.1	FASE SEIS																		
3.1.1	Evaluación técnica																		
3.1.2	Evaluación económica																		
3.1.3	Informe de evaluación técnica y económica																		
3.1.4	Extensión a la comunidad																		

Tabla 4. Cronograma general de actividades del proyecto. Elaboración propia

6.2 Gestión De Los Recursos Humanos (RRHH)

Para desarrollar este proyecto es necesario contar con las siguientes partes: Director del proyecto, Investigadores. Técnicos, Mano de Obra y el Agricultor mismo. Sus tareas se dividirán como se muestra en la siguiente tabla.

NOMBRE DE LAS ACTIVIDADES ASIGNADAS	NOMBRE DE LOS RECURSOS	EDT
Reconocimiento del terreno	Agricultor, Investigador	1.1.1
Reconocimiento de cultivos y su estacionalidad	Agricultor, Investigador	1.1.2
Determinación de Biomasa disponible	Investigador	1.1.3
Determinación de la muestra y pruebas de calidad de Biomasa	Director, Investigador	1.1.4
Informe de Calidad de Biomasa	Investigador	1.1.5
Pruebas para determinar fracción de MO	Investigador[50%], Técnico[50%]	1.2.1
Pruebas para determinación de CH ₄ /glucosa	Investigador[50%], Técnico[50%]	1.2.2
Pruebas de presión y temperatura y pH	Investigador[50%], Técnico[50%]	1.2.3
Definición calórica y energética	Investigador	1.2.4
Informe de Variables y fracción química	Investigador	1.2.5
Definición de biomasa utilizable	Investigador	1.3.1
validación de parámetros ambientales	Director, Investigador	1.3.2
Documento de validación	Investigador	1.3.3
Compra de material de montaje	Mano de Obra	2.1.1
Ensamblaje da la zona de Pretratamiento	Investigador, Mano de Obra, Técnico	2.1.2
Pruebas de usabilidad y eficiencia	Investigador, Técnico	2.1.3

Entrega de zona de Pretratamiento probada	Director, Investigador, Técnico	2.1.4
Ensamblaje de Biodigestor	Investigador, Mano de Obra, Técnico	2.1.5
Pruebas de usabilidad y eficiencia	Investigador, Técnico	2.1.6
Ensamblaje de la unidad de deshidratación	Agricultor, Investigador, Mano de Obra	2.1.7
Pruebas de usabilidad y eficiencia	Investigador, Técnico	2.1.8
Ensamblaje de la unidad de cogeneración	Mano de Obra, Técnico	2.1.9
Pruebas de usabilidad y eficiencia	Investigador, Técnico	2.1.10
Entrega de biodigestor en ensamblaje con cogeneración probados	Agricultor, Director, Investigador, Técnico	2.1.11
Ensamblaje de la Unidad de Cogeneración Eléctrica	Investigador, Mano de Obra, Técnico	2.1.12
Pruebas de usabilidad y eficiencia	Investigador, Técnico	2.1.13
Entrega de Unid. De cogeneración eléctrica probada	Agricultor, Director, Investigador, Mano de Obra	2.1.14
Puesta en marcha	Agricultor, Investigador, Técnico	2.2.1
Corrección de variables	Director, Investigador, Técnico	2.2.2
Evaluación Ex post- medición de parámetros	Director, Investigador	2.2.3
Informe de trazabilidad	Investigador, Técnico	2.2.4
Evaluación técnica	Director, Investigador, Técnico	3.1.1
Evaluación económica	Director, Investigador, Técnico	3.1.2
Informe de evaluación técnica y económica	Agricultor, Director, Investigador	3.1.3
Socialización con la comunidad	Investigador	3.1.4

Tabla 5. Distribución de los RRHH. Realizada en Microsoft Project 2013

Su disponibilidad está definida como se muestra a continuación:

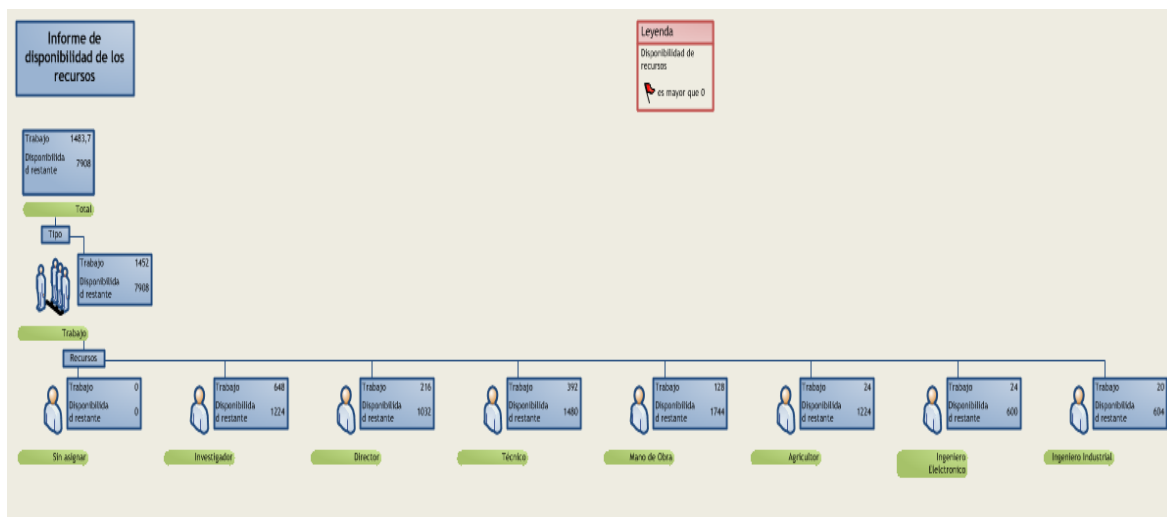


Figura 7. Disponibilidad de los recursos en horas. Realizada en Microsoft Project 2013

6.3 Gestión De Las Comunicaciones Del Proyecto

Es importante tener en cuenta el flujo que se le dará a la información resultante de cada fase, puesto que, de la efectividad de la misma, dependerá la realimentación del curso de los procesos y por tanto, la eficiencia de los mismos. Por esto se definen para el proyecto momentos claves de entrega y realimentación de información, la siguiente tabla muestra cómo se dispone cada momento:

Comunicación	Duración	Interesados	Nombres de los recursos	Propósito
Informe de Calidad de Biomasa	jue 12/02/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultor	Investigador, Bibliografía[0,1],Papelería [0,1]	Reportar el resultado de las pruebas de biomasa y calidad.
Informe de Variables y fracción química	mar 03/03/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultor	Investigador, Bibliografía[0,1],Papelería [0,15],Software[0,3]	Definir las variables a utilizar en del proceso y dar reporte de las mismas
Documento de validación	mié 11/03/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultor	Investigador, Papelería[0,1]	Dejar por sentado el modelo a ejecutar.

Entrega de zona de Pretratamiento	jue 02/04/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultores	Investigador, Técnico, Director, Papelería[0,05]	Estandarizar y validar esta fase in situ.
Entrega de biodigestor ensamblado	lun 30/03/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultores	Investigador, Técnico, Director, Papelería[0,05]	Estandarizar y validar esta fase in situ.
Entrega de und de cogeneración eléctrica	mar 21/04/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultores	Director, Investigador, Técnico, Papelería[0,05]	Estandarizar y validar esta fase in situ.
Informe de trazabilidad	lun 04/05/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultores	Investigador, Técnico, Papelería[0,1],Software[0,2]	Dar reporte del proceso comienzo-fin para realimentación.
Informe de evaluación técnica y económica	mar 12/05/15 1 día	Grupo de investigación y Agricultores	Investigador, Director, Papelería [0,2],Medios audiovisuales[0,2],Bibliografía[0,5],Software[0,5]	Dar a conocer la viabilidad del sistema a nivel técnico y económico
Extensión a la comunidad	jue 14/05/15 mié 20/05/15 5 días o más	Grupo de investigación y Agricultores y comunidad Académica	Investigador, Medios audiovisuales[0,5],Papelería[0,5] Eventos	Dar a conocer el proyecto a la comunidad académica y facilitar la adopción por parte de otros agricultores

Tabla 6. Gestión de las comunicaciones del proyecto. Realizada en Microsoft Project 2013

6.4 Gestión De Riesgos

Dentro del proyecto se han identificado riesgos que deberán ser mitigados a través de planes específicos, en la siguiente tabla se muestra una matriz que esboza el plan de riesgos a seguir dentro del proyecto, nos cuantifica el riesgo, las amenazas y oportunidades que este nos presenta y las acciones propuestas para mitigarlo

PLAN DE GESTION DE RIESGOS						
RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	CALIFICACIÓN DEL RIESGO	AMENAZAS	OPORTUNIDADES	ACCIONES DE MITIGACION

Poca disposición de los Agricultores	BAJO	ALTO	MEDIANO	Limitación para la ejecución del proyecto, flujo de información deficiente	Estrategias de comunicación asertiva con los agricultores	Contemplar desde un principio los ejes destacables del proyecto en beneficio del agricultor, manejar un portafolio del proyecto es una opción
Poca experiencia en el montaje de sistemas de transformación energética	MEDIANO	MEDIANO	MEDIANO	Incapacidad del personal para afrontar los desafíos en durante la ejecución del proyecto	Evaluación continua de resultados y realimentación constante.	Realizar un proceso estratégico y constante de búsqueda de información a partir de fuentes primarias y secundarias Elaborar un sistema de evaluación y control para las necesidades del proyecto.
Biomasa incompatible para transformación	BAJO	ALTO	MEDIANO	Insuficiencia en aporte de materia orgánica para transformación	Proponer alternativas de cultivos orgánicos o ce carga orgánica animal	Tener presente un plan alternativo para alimentación del biodigestor
VARIABLES ALTAMENTE FLUCTUANTES	MEDIANO	ALTO	ALTO	Retraso en los procesos, aumento de costos en tecnología	Experimentación previa en laboratorio y adopción de alternativas artesanales	Investigación exhaustiva, ampliar el abanico de alternativas artesanales
Materiales incompatibles	BAJO	MEDIANO	BAJO	Que los materiales no faciliten el montaje y funcionamiento del Biorreactor	Ampliar la gama de materiales viables para el sistema	Mantener un plan alternativo para prueba con otros materiales
Rentabilidad mínima	BAJO	MEDIANO	BAJO	La producción de Metanol y energía eléctrica no compensa la inversión.	Oportunidad de nuevas investigaciones para mejorar la eficacia del sistema	Sentar bases para nuevas investigaciones, mejorar los procesos de transformación
Recursos económicos deficientes	MEDIANO	ALTO	ALTO	No contar con los recursos económicos suficientes para emprender el proyecto	Búsqueda de financiamiento a investigaciones, búsqueda de apoyo gubernamental	Realizar gestiones tempranas para la consecución de recursos financieros.
Disminución en la generación de residuos contaminantes	ALTO	ALTO	ALTO	Ninguna	Transformar los residuos agrícolas en fuentes de energía, disminuir la generación de gases invernadero	Reforzar la expansión del proyecto a otros agricultores
Vinculación de la Academia con el Agro	ALTO	ALTO	ALTO	Ninguna	Optimizar la producción agrícola de nuestros campesinos	Establecer vínculos efectivos y de realimentación con los sectores productivos
Trabajo en Equipo	ALTO	ALTO	ALTO	Ninguna	Dar eficiencia a los procesos	Fomentar oportunidades de trabajo en equipo

Tabla 7. Plan de gestión del riesgo del proyecto. Elaboración propia.

6.5 Gestión De Costos

Dentro de la gestión del proyecto se estiman los costos asignados a cada actividad, discriminándolos según el tipo de recurso y las necesidades de dedicación y/o usabilidad. De esta estimación, desglosada en las páginas subsiguientes, se calculó para el proyecto una inversión total de \$81.250.000 y un porcentaje de contingencia del 5% correspondiente a \$4.062.500.

Para el seguimiento de los costos del proyecto se utilizará el programa Microsoft Professional Project 2013, que nos permitirá tener en cuenta los límites permitidos de variación en los costos a través de herramientas de tales como índice de variación de costos (VC), Índice de desempeño, costo presupuestado (CP), costo real (CR); Costo sobre línea base, entre otros.

6.5.1 Planificación y Estimación de Costos.

6.5.1.1 Costo de Recursos Físicos.

		DISCRIMINACION DE COSTOS RECURSOS FISICOS			
		INICIACION Y PLANEACION	EJECUCION Y CONTROL	POSTMORTEM	Total/recurso
Materiales: 4.100.000					
	Papelería	210.000	150.000	420.000	780.000
	Bibliografía	120.000	60.000	80.000	260.000
	Software	90.000	240.000	150.000	480.000
	Medios audiovisuales	-	-	140.000	140.000
	Recipientes en PVC	-	700.000	-	700.000
	Conexiones PVC	-	160.000	-	160.000
	Tubería en PVC	-	400.000	-	400.000
	Válvulas	-	120.000	-	120.000
	Material de conexión	-	160.000	-	160.000
	Plástico Tubular	-	10.000	-	10.000
	Concreto	-	80.000	-	80.000
	Ladrillo	-	80.000	-	80.000
	Tubería de cobre	-	300.000	-	300.000
	Accesorios eléctricos	-	100.000	-	100.000
	Taladro y accesorios	-	50.000	-	50.000

Material de ensamble	-	100.000	-	100.000
Viruta	-	30.000	-	30.000
Tamices de tela	-	50.000	-	50.000
Material de colecta	-	100.000	-	100.000
Equipos: 9.650.000				
Rodillos de trituración	-	500.000	-	500.000
Élice de mezclado	-	300.000	-	300.000
Compresor de gas	-	500.000	-	500.000
Motor de combustión interna	-	700.000	-	700.000
Turbina mecánica	-	200.000	-	200.000
Generador	-	400.000	-	400.000
Bomba de agua	-	150.000	-	150.000
Inversor de corriente	-	150.000	-	150.000
Equipos de Medición de variables	2.400.000	2.100.000	-	4.500.000
Equipo de cómputo	750.000	250.000	1.250.000	2.250.000
Insumos: 260.000				
Sepas de anaeróbicas	-	200.000	-	200.000
Cal	-	20.000	-	20.000
HCL	-	40.000	-	40.000
Instalaciones: 1.700.000				
Transporte	300.000	700.000	400.000	1.400.000
Arriendo Laboratorio	150.000	50.000	-	200.000
Predio	-	100.000	-	100.000
TOTAL	4.020.000	9.150.000	2.440.000	15.610.000

Tabla 8. Estimación de costos de recursos físicos. Elaboración propia.

6.5.1.2 Costo De Recursos Humanos

DISCRIMINACION DE COSTOS RRHH						
	INICIACION Y PLANEACION	EJECUCION Y CONTROL	POSTMORTEM	Tasa Estándar \$/hora	Total/recurso	Horas de Trabajo
Directivo						
Director de Proyecto	4.800.000	3.360.000	4.800.000	60.000	13.020.000	216
I & D						
Investigador	12.400.000	14.000.000	6.000.000	50.000	32.450.000	648
Ingeniero Electrónico	-	1.200.000	-	50.000	1.200.000	24

Ingeniero Industrial	-	-	1.000.000	50.000	1.000.000	20
Mano de Obra						
Técnico	2.640.000	-	11.680.000	30.000	14.350.000	392
Apoyo Obra	-	1.280.000	-	100.000	1.380.000	128
TOTAL	19.840.000	19.840.000	23.480.000	-	63.400.000	1.428

Tabla 9. Estimación de costos de recursos Humanos. Elaboración propia.

6.5.1.3. Otros Costos.

		DISCRIMINACION DE OTROS COSTOS			
		INICIACION Y PLANEACION	EJECUCION Y CONTROL	POSTMORTEM	Total/recurso
Costos Indirectos					
	Viáticos	210.000	570.000	200.000	980.000
	Eventos	-	-	300.000	300.000
	Publicaciones	-	-	600.000	600.000
	Calibración de Equipos	-	500.000	-	500.000
TOTAL		210.000	1.070.000	1.100.000	2.380.000

Tabla 10. Estimación de otros costos. Elaboración propia.

6.5.1.4. Costo total de los recursos del proyecto.

		DISCRIMINACION TOTAL DE RECURSOS			
		INICIACION Y PLANEACION	EJECUCION Y CONTROL	POSTMORTEM	Total/recurso
Tipo de Recurso					
	Recursos Físicos	4.020.000	9.250.000	2.440.000	15.710.000
	Recursos Humanos	19.840.000	19.840.000	23.480.000	63.160.000
	Otros costos	210.000	1.070.000	1.100.000	2.380.000
TOTAL		24.070.000	30.060.000	27.020.000	81.250.000

Tabla 11. Estimación total de los costos del proyecto. Elaboración propia.

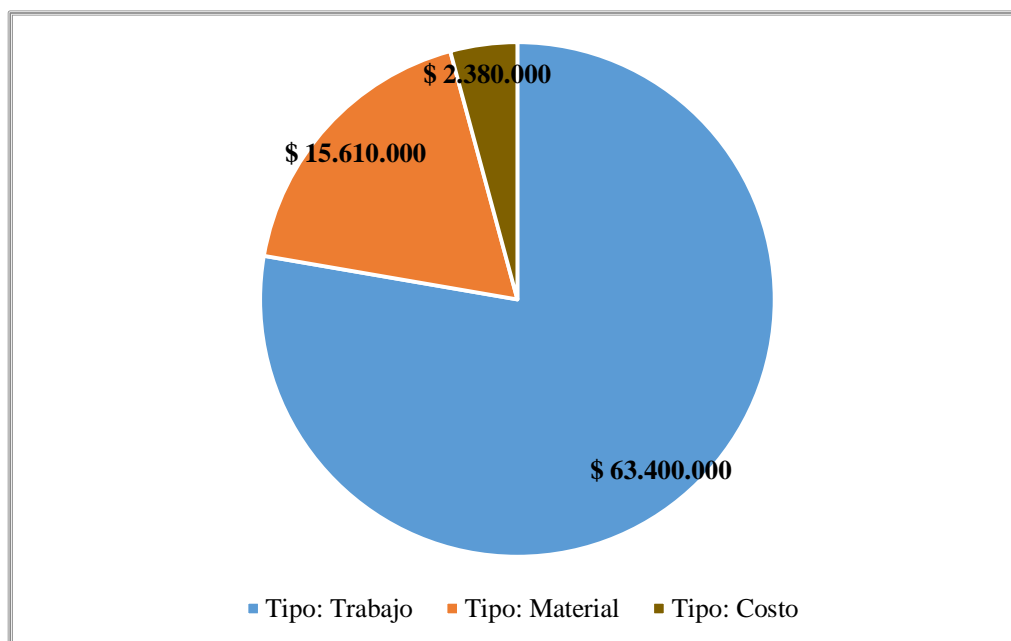


Figura 8. Visión general de costos

6.5.2. Contingencia

Se estima un porcentaje de contingencia de 5% de los costos estimados para este proyecto para el presente proyecto:

Contingencia = 5% de 81.150.000 = 4.057.500

Total + contingencia del 5%
81.250.000 + 4.062.500
85.312.500

Tabla 12. Contingencia del proyecto

6.6. Plan de Financiación.

Teniendo en cuenta que el proyecto planteado se encuentra ubicado dentro de la modalidad de investigación aplicada y creación de un prototipo, es necesario contemplar los riesgos inherentes al proceso de desarrollo y así mismo evaluar las posibilidades de consecución de recursos, este tipo de proyectos nos representa un panorama específico. La siguiente figura nos da una idea cercana de las posibilidades de financiación con las que se cuenta para la presente propuesta:

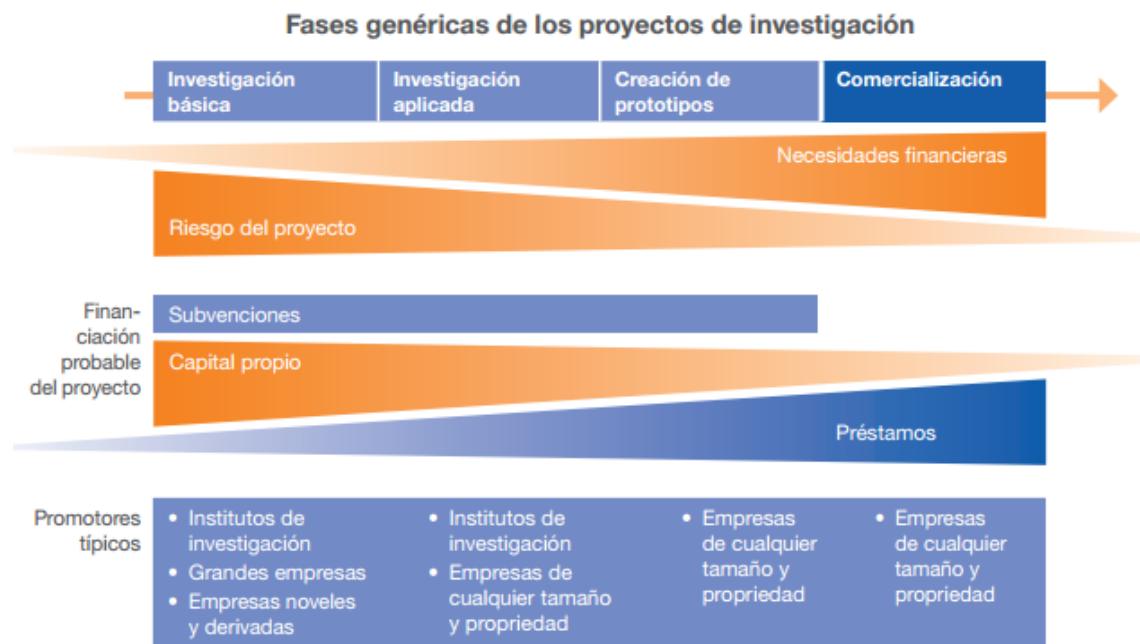


Figura 9. Representación de las fases genéricas de proyectos de investigación y el riesgo que representan. Tomado de Guía para la financiación de proyectos de PTE Comisión Europea y Banco Europeo de Inversiones (2010)

Teniendo en cuenta las necesidades específicas para este tipo de proyectos se adoptará un modelo de financiación conjunto, que involucrará el soporte de un conjunto de promotores:

- ✓ Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Foco de innovación y promotor del presente proyecto.
- ✓ Fondo de Investigación: la misma universidad ofrece rubros destinados específicamente a investigación y desarrollo empresarial, se cuenta también

con fondos manejados por institutos como Colciencias, Colombia Biodiversa, Fondo emprendedor, entre otros.

- ✓ Recursos Propios: El propietario del predio asume un pequeño porcentaje de la inversión del proyecto

La siguiente tabla muestra la proyección de inversión por parte de cada una de las partes, el porcentaje de aportes, su destino y el gasto en el tiempo:

PROMOTOR	% Aporte	RUBRO APROXIMADO	DESTINO DEL RUBRO	GASTO EN EL TIEMPO	
UNAD	64,0 %	55.000.000	Instalaciones, RRHH Director _I&D, Equipos de Medición 25%, Equipos de Cómputo	Etapa 1: Semana 1 a 6	35%
				Etapa 2: Semana 7 a 14	37%
				Etapa 3: Semana 14 a 16+	28%
FONDO INVESTIGAC.	34,9 %	30.000.000	Materiales 90%, Equipos de medición 75%, Equipos Gral. Insumos, Mano de Obra, Costos Indirectos	Etapa 2: Semana 7 a 14	45%
				Etapa 3: Semana 14 a 16+	55%
PROPIOS	1,2 %	1.000.000	Predio, Materiales 10%	Etapa 2: Semana 7 a 14	100%
TOTAL	100 %	86.000.000		16 semanas	

Tabla 13. Proyección para la financiación del proyecto. Elaboración Propia.

Dado que la primera etapa, de Iniciación y Planeación, nos dará bases sólidas de validación y viabilidad del sistema de Biorreactor, se consideró el utilizar los resultados de esta primera etapa, para gestionar el rubro de apoyo de parte del fondo de investigación, este último rubro entraría a soportar el desarrollo de las etapas subsiguientes.

7. CONCLUSIONES

- ✓ Las necesidades energéticas actuales en el mundo demandan del desarrollo puntual y estratégico de tecnologías aplicables en todas las actividades productivas, y no obstante este desarrollo parece poco asequible a los países subdesarrollados, en realidad puede convertirse en un hecho cuando se vincula el núcleo del conocimiento a entornos productivos como el agro. Este trabajo permitió vincular el conocimiento en gestión de proyectos con una necesidad real e inminente dentro del manejo de cultivos agrícolas en Colombia.
- ✓ El departamento de Boyacá presenta un panorama agrícola por excelencia, necesita de estrategias de desarrollo que faciliten la explotación de este potencial de una manera sostenible y que además vinculen a los pequeños y medianos agricultores dentro de este proceso de transformación. Teniendo en cuenta que el acceso a recursos financieros por parte de estos agricultores es aún limitado para la consecución de estos objetivos, el proyecto plantea un prototipo cuyos materiales no limitan la consecución de los resultados prácticos esperados ni generan un costo desproporcionado para su adopción.
- ✓ Administrar los procesos vinculados a la gestión de este tipo de proyectos, permite la generación de nuevas estrategias, la articulación efectiva de los stakeholders vinculados al proyecto, un mejor manejo de los recursos, y la adopción de herramientas de evaluación y seguimiento que aportan eficacia y eficiencia para la consecución de objetivos. En este proyecto se adopta esta metodología de adopción permitiendo enfocar los objetivos y generar un plan específico de gestión del proyecto.
- ✓ Habiéndose aplicado la metodología de plan de gestión, que permitió analizar el alcance del proyecto, definir los recursos con los que se cuenta y el manejo preciso de los mismos. Se establecieron los riesgos, los más críticos asociados a la incertidumbre en la suficiencia de experiencia y en la consecución de recursos, frente a estos, fue importante el planteamiento de alternativas de manejo y mitigación.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario tener en cuenta los tiempos de iniciación del proyecto para gestionar oportunamente la consecución de los recursos financieros para dar inicio puntual a las actividades planteadas. Ajustarse al cronograma y fases establecidas es de vital importancia, genera valor agregado y hace de su manejo un proceso eficiente y eficaz.
- ✓ Es necesario profundizar en las metodologías de consecución y análisis de datos físicos y biológicos, pues de esto, dependerá la generación de margen exacto de referencia para evaluar in situ la viabilidad del sistema propuesto.
- ✓ Se recomienda fortalecer el trabajo en equipo durante cada fase del proceso, pues esto permitirá la realimentación constante de los resultados generados en el desarrollo y la oportuna toma de medidas de mitigación y/o corrección cuando diere lugar.
- ✓ Las herramientas financieras y contables serán útiles a la hora de manejar los recursos financieros que entran al proyecto, un asiduo seguimiento se hace necesario para lograr el aprovechamiento eficaz de los mismos.
- ✓ Es importante generar estrategias eficaces de extensión a las poblaciones objetivo, los resultados del proyecto se hacen evidentes y cumplen a plenitud con su objetivo cuando se hacen transferentes a diferentes entornos.
- ✓ Esta investigación se convierte en preliminar para la generación de nuevos proyectos sobre el tema, la mejora en los procedimientos, materiales y asequibilidad será siempre bienvenida.

9. BIBLIOGRAFÍA

ADELANTADO, Manuel, (2007), Energía Nuclear O Energías Alternativas, Ediciones ATTAC, Cataluña, España.

ALCALDIA MUNICIPAL DE SORACA, (2004), Esquema de Ordenamiento Territorial Soracá Boyacá EOT, Documentos municipales Soracá, Boyacá

ALVAREZ, Clemente, (2006), Manuales de Energías Renovables (Energía Eólica), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid.

BID, (2013), Colombia Promueve El Uso De Tecnología Limpia y Eficiencia Energética con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo BID, Comunicado de Prensa, 23 de Septiembre de 2013

CASTILLO, Carmen, (2009), Energías Renovables-Energía Oceánica, ICAI, Madrid

CCI, Corporación Colombia Internacional, (2010), Agricultura Orgánica-(Reduce causas del Cambio Climático), Revista Portafolio, Sección Sembramos, Julio de 2010.

CERDÁ E, 2012. Energía Obtenida a partir de Biomasa, Universidad Computense de Madrid. Cuadernos Económicos de ICE No. 83. Madrid.

COMISION EUROPEA, (2010), Guía Para La Financiación de Proyectos de Plataformas Tecnológicas Europeas, Comisión Europea & Banco Europeo de Inversiones. UE.

European Comission, (2000). Perspectivas de la evolución mundial hasta 2030 en los ámbitos de la energía, la tecnología y la política climática, UE

FERNANDEZ, Eduardo, (2012), Residuos Sólidos Agrícolas, InfoAgro, recuperado de http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_solidos_agricolas.htm el 05/11/2014

IDEA, (2007). Energía de la Biomasa. Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía. Madrid

IPSE, (2013). Informe de Gestión 1 de Enero a 31 de Diciembre de 2013. Ministerio de Minas y Energías. Bogotá D.C. Colombia

LEY 1715, (2014), Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, Congreso de Colombia, República de Colombia

LLOPIS, Guillermo, R. V., (2010), Guía De La Energía Geotérmica, Unidad de Proyectos de Ingeniería de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid, España.

MENDEZ, Javier, (2009), Energía Solar Fotovoltaica, 4 Ed., Editorial Fundación Confemetal, España

OSORIO, José, (2008), Energía Hidroeléctrica, Prensas Universitarias de Zaragoza, España.

PORTAFOLIO, (2013), Energía Renovable Para Algunos Lugares del Chocó y Magdalena, Revista Portafolio, Sección Economía, 30 de Octubre de 2013

SENER, (2012). Perspectiva de Energías Renovables 2012-2026. México D.F., p19-26

SUBCOMISIÓN PROYECTO COGENERACIÓN, (2004). Grupo de representantes de la Subcomisión para promover proyectos de Cogeneración, Documento de revisión. México D.F.

TAMAYO, Carlos, (2007), Evaluación de las Necesidades, Capacidades y Prospectivas de Producción más limpia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Colombia

TOMAS, Luis, (2009), Fuentes de Energía: Biomasa, Revista Milliarum, Sección medio Ambiente, 20 de Agosto de 2009

UPME, (2003), Potencialidades De los Cultivos Energéticos Y Residuos Agrícolas En Colombia. Resumen Ejecutivo. Documento No. Anc-631-03. Bogotá D.C.
