

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN PUEBLO RICO RISARALDA

José Aldemar Flores Cardona

Luis Felipe Acevedo Corrales

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de ingeniería Industrial

Pereira 2016

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN DE
BIOGÁS EN PUEBLO RICO RISARALDA

José Aldemar Flores Cardona

Luis Felipe Acevedo Corrales

Carlos Alberto Buritica Noreña

Director

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de ingeniería Industrial

Pereira 2016

Dedicatoria y agradecimientos

Primero que todo damos gracias a Dios que ha sido el amigo que siempre nos ha apoyado en nuestra formación académica, damos gracias a nuestros padres, amigos y docentes que de una u otra forma han contribuido en nuestra formación Académica, dejando lo mejor de sí en nosotros, humildemente doy gracias a todos. Dios los bendiga.

Tabla de contenido

Introducción	6
Objetivos.....	8
Justificación	9
Marco teórico	12
Metodología	24
Tipo de Investigación.....	24
Delimitaciones del Estudio	24
1. Estudio de los residuos sólidos desde la fuente	26
1.1 Clasificación de los residuos sólidos en el hogar.....	26
1.2 Recolección de los residuos orgánicos en el hogar.....	28
1.3 Almacenamiento de los residuos orgánicos.....	29
2. Estudio de mercados.....	30
2.1 Objetivos, metodología.....	30
2.2 Ejecución y análisis del estudio.....	31
3. Estudio de ingeniería.....	34
3.1 Estudio del producto	34
3.2 Estudio de la materia prima	36
3.3 Determinación del volumen de producción	37
3.4 Calculo de la maquinaria y equipo.....	39
3.5 Estudio y selección de mano de obra.....	40
3.6 Estudio de localización.....	41
3.7 Planta física	42
3.8 Distribución interna de la planta	42
3.9 Programa de producción.....	44
4. Estudio de costos y financiero.....	45
4.1 Estudio de costos	45
4.2 Estado de resultados.....	45
5. Estándares de calidad	46
5.1 Estándar de calidad	46
5.2 Bpm	46
6. Conclusiones	48
6.1 Conclusiones	48
6.2 Recomendaciones.....	49
6.3 Anexos	49
7. Referencias	51

Listas de Tablas figuras y anexos

Tablas

Tabla 1. Ejemplos de residuos	13
Tabla 2. Pesaje de las muestras tomadas	27
Tabla 3. Caracterización física de los residuos sólidos por componente	27
Tabla 4. Tabulación de tamaño de pipa de gas en relación con el número de encuestas	31
Tabla 5. Tamaño de pipa de gas según el número de personas en el hogar	32
Tabla 6. Conocimiento general del biogás	32
Tabla 7. Duración de las pipas y su tamaño	32
Tabla 8. Análisis del promedio de consumo por persona	33
Tabla 9. Calculo del número de personas por hogar	33
Tabla 10. Programa de producción	44
Tabla 11. Estado de resultados	45
Tabla 12. Tabla de costos Anexo A	49
Tabla 13. Tabla de costos Anexo B	50

Figuras

Figura 1 Esquema de planta de biodigestor	43
-------------------------------------------------	----

Introducción

Temas como el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible son ampliamente tratados y discutidos alrededor del mundo, por ello nuestra investigación se centra y hace referencia a la factibilidad de la producción de biogás haciendo un uso inteligente y responsable a los desechos generados en el municipio de Pueblo Rico Risaralda, tanto destinando a ellos un mejor uso como produciendo un bien de consumo del cual la población puede beneficiarse.

Por años se ha presentado un manejo inadecuado de los residuos orgánicos produciendo una alta contaminación ambiental y generando costos innecesarios en la recolección y deposición de estos residuos en los vertederos autorizados. El municipio de Pueblo Rico cuenta con una población de más de 13000 habitantes según datos de censo y proyecciones del DANE 2014 de los cuales el 24% a 25% vive en la zona urbana; asumiendo que una persona en promedio diario produce 1/2 kilogramo de residuos sólidos al día y teniendo en cuenta la población existente en el municipio, se puede calcular un estimado de 1625 Kg diarios, los cuales conforman una cantidad considerable de contaminación ambiental, debido a que en el municipio no existe un manejo adecuado de los residuos sólidos desde la fuente.

En un intento de establecer un manejo de estos residuos sólidos, el municipio de Pueblo Rico debe deshacerse de ellos pagando el transporte y el mantenimiento hacia el relleno sanitario de Pereira Risaralda, lo cual no aporta positivamente al futuro ambiental del departamento, ya que se convierte en una carga ambiental negativa el que sus municipios no tengan un buen manejo ambiental de sus residuos.

Se abarcará el proyecto mediante un Estudio de Factibilidad, el cual, es una importante herramienta para establecer la posibilidad de la implementación de un biodigestor capaz de captar la materia orgánica y transformarla en biogás. El proceso de definición de un nuevo proyecto es crítico y un estudio de factibilidad es una herramienta importante para la toma de las decisiones correctas puesto que una decisión equivocada en este punto a menudo conduce a la quiebra de empresas.

Por otro lado Cuando nos enfrentamos a una oportunidad de negocio, muchas personas optimistas tienden a centrarse solo en los aspectos positivos Un estudio de factibilidad permite tomar una mirada realista a los aspectos positivos y negativos, teniendo así una mirada más global y realista del proyecto.

Los principales objetivos de este estudio de factibilidad se centraran en responder 3 preguntas principales, ¿Es factible dar un manejo adecuado a los residuos orgánicos desde la fuente?, ¿Es factible hacer una estructura física para la recolección, tratamiento de los desechos orgánicos para producir biogás? ¿Cuáles son las normas legales, procedimientos y estándares de calidad con los que se debe contar a la hora de producir y distribuir biogás?

En primera instancia nos centraremos en poner en contexto los beneficios del biogás y la situación actual del municipio, luego nos centraremos en los estudios de mercados, producción, costos y reglamentación del proyecto pautado concretando la factibilidad de implementar un biodigestor para la producción de biogás en el municipio de Pueblo Rico Risaralda.

Objetivos

Objetivo general

Realizar un estudio para determinar la factibilidad de implementar un Biodigestor para la producción de biogás en el municipio de Pueblo Rico Risaralda.

Objetivos específicos

- Diseñar un modelo para el manejo adecuado de los residuos sólidos desde la fuente.
- Diseñar un esquema de estructura física para la recolección y tratamiento de los desechos orgánicos para producir biogás.
- Determinar las normas legales, procedimientos y estándares de calidad con los que se debe contar a la hora de producir y distribuir biogás.

Justificación

El impacto ambiental es un asunto importante para el municipio. La presión para minimizar ese impacto, procede de muchas fuentes: gobiernos locales y nacionales, organismos reguladores y asociaciones sectoriales.

Según datos de la Carder, el municipio de pueblo Rico es el municipio más extenso del departamento de Risaralda con 1.020 Km² y con una población total aproximada de 12366 habitantes, además cuenta con una gran riqueza hídrica siendo la segunda hoya hidrográfica más grande del departamento, cuenta también con reservas naturales de índole nacional, regional y municipal tales como:

La reserva Nacional Natural Tatamá, es una páramo colombiano situado sobre los 3500 msnm y está ubicado en la Cordillera Occidental, entre los departamentos de Chocó, Valle del Cauca y Risaralda. Es conocido por su geografía agreste y sus empinadas laderas, lo que le ha merecido la fama de único páramo virgen del mundo y además uno de los más inaccesibles, El Nudo de Paramillo se ubica en la Cordillera Occidental de los Andes en Colombia, y el Parque Natural Regional Rio Negro que es la zona amortizada del Parque Natural Nacional Tatamá y además reserva hídrica, porque cuenta con el sitio de captación de agua potable que se distribuye en el casco urbano del municipio de Pueblo Rico.

Es evidente entonces que el municipio de Pueblo Rico cuenta con una gran biodiversidad natural por proteger, es aquí donde este estudio de factibilidad para la producción de biogás busca aportar su máximo beneficio para contribuir a la armonía y equilibrio ambiental de todo el municipio, ya que, si es posible la producción de biogás, se reduciría en gran medida el efecto invernadero, la producción de lixiviados con contenido

peligroso para las fuentes de agua y para la tierra, los malos olores y la contaminación del aire se reduciría en gran medida.

Argentina no genera gases de efecto invernadero¹

En varias poblaciones del país de Argentina aprovechan los residuos orgánicos para crear biogás y utilizarlo para termo tanques, calefacciones y cocinar.

Santa Fe, 16 setiembre 2007 (El Litoral).- En la ciudad, los santafesinos generamos 250 toneladas de residuos cada día. Los plásticos, metales, vidrios y cartones son separados para su posterior reciclado, pero lo orgánico llega al relleno sanitario y se acumula. Tras varios años, reaparece la necesidad de encontrar nuevos espacios para arrojar los desechos que no se pueden comercializar.

¿Tienen la yerba húmeda, las cáscaras de naranja y los restos de comida que arrojamamos al cesto algún valor? ¿Son reutilizables? ¿Pueden generar, a partir de su descomposición, algo más que olores hediondos?

Los residuos orgánicos que las ciudades producen pueden transformarse en biogás, un “combustible biológico” que permite poner en funcionamiento cocinas, calefones, termo tanques y heladeras con ciclo de absorción y producir electricidad en moto generadores.

Los residuos orgánicos que las ciudades producen pueden transformarse en biogás, un “combustible biológico” que permite poner en funcionamiento cocinas, calefones, termo tanques y heladeras con ciclo de absorción y producir electricidad en moto generadores.

Los biodigestores comenzaron a implementarse en la Argentina a fines de los 80 teniendo

¹ Noticias sobre biodiesel y energías renovables. Sf. Extraído de <http://biodiesel.com.ar/2952/biogas-un-biocombustible-que-surge-de-la-basura> 24/ Sep / 2017

éxito en varias regiones del país, se instalaron equipos que favorecieron comedores escolares, guarderías, escuelas, hogares, y centros comunitarios de Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba y San Juan.

La Fundación Proteger de ese país desde 2004 cubre su demanda de gas natural con su propio Biodigestores, pero fue en 2002 en un pueblo de Santa Fe llamado Emilia donde se instaló el primer Biodigestor para tratar los residuos domiciliarios de la población, generando biogás para la escuela Agro Técnica del pueblo y los abonos orgánicos producidos son utilizados en un cultivo frutal que se plantó al lado.

El biodigestor no requiere de inversiones millonarias si no de decisión política, Eduardo Groppelli, integrante del Grupo de Energía No Convencional de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral y coordinador del Programa de Tecnología Socialmente Apropriada de la Fundación Proteger comenta:

“Para un municipio de hasta 6 mil habitantes, invirtiendo 25 pesos por habitante se puede instalar un biodigestor para tratar los residuos orgánicos de todo el pueblo.”

Las producción de gas proveniente de los residuos no alcanza para que la ciudad se autoabastezca, pero sí para favorecer el medio ambiente. “Una característica importante que tiene la biodigestión es que nos da la alternativa de tratar los residuos, estabilizarlos y generar un abono orgánico, a la vez que permite producir metano, sustituyendo el gas propano-butano derivado del petróleo o el gas natural extraído de los pozos de petróleo”, explicó Groppelli.

Otros ejemplos de países que han aplicado biodigestores

- La ciudad Francesa de Amiens comenzó a implementar el tratamiento de sus residuos sólidos con Biodigestores desde la década de los 80s y desde entonces no han parado de crecer.
- “En Europa hay más de 60 plantas de tratamiento de residuos orgánicos, ejemplo Barcelona con tres eco parques para tratar todos los residuos de su área metropolitana, con biodigestores construidos en hormigón entre 2500 y 3500 metros cúbicos y que son capaces de procesar entre 600 y mil toneladas de residuos orgánicos por día”, comento Gropelli.
- En el Viejo Continente, los Biodigestores se utilizan como “una alternativa para el saneamiento de residuos, con el beneficio de que obtienen de la basura la energía eléctrica para mover toda la planta y quedarse con un excedente del 60 % para introducir en la red pública”, sostuvo Gropelli.

Marco teórico

Contaminación ambiental causada por los residuos solidos

Los residuos sólidos ordinarios y peligrosos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas y rurales de los municipios por el manejo inadecuado de los mismos, es por esto que se debe tener cuidado con el manejo que se le da a los residuos sólidos en nuestros hogares, lugar de trabajo o estudio.

Los residuos sólidos son cualquier objeto material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso que el generador abandona o rechaza y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien.

Se pueden clasificar en residuos residenciales, comerciales, institucionales, industriales, de construcciones y de los servicios municipales.

Tabla 1
Ejemplos de residuos

Residuos municipales	Origen
Residenciales	Casas individuales, edificios conjuntos y unidades residenciales, etc.
Comerciales	Restaurantes, hoteles, mercados, estaciones de servicio, talleres, etc.
Institucionales	Colegio, hospitales, cárceles, edificios gubernamentales, entre otros.
Construcciones, Demoliciones	Escombros
Servicios municipales	Barrido de calles, mantenimiento de parques y plazas públicas, plantas de tratamiento de aguas residuales etc.
Industriales	Pequeña, mediana y gran industria, actividades agroindustriales

Los residuos tienen un proceso de descomposición en el cual la materia orgánica por medio de bacterias y otros microorganismos generan subproductos que pueden ser nocivos para la salud humana y para el ambiente, tales como lixiviados y gases de descomposición.

Los impactos asociados con los residuos sólidos se viene dando desde tiempos antiguos en que el hombre se acento conformando aldeas y más tarde a concentrarse en las ciudades, el problema se agudizo cuando la producción de residuos sólidos fue mayor por ende se empezó a acrecentar las enfermedades y los animales que las propagaban fue proliferando.

El hombre concentrándose en los centros urbanos ha incrementado la producción de desechos haciendo cada vez más difícil la disposición de estos, afectando:

- Salud pública.
- Destrucción de los recursos naturales renovables y no renovables.
- Factores sociales.
- Factores económicos.

Todos estos elementos afectan a cada uno de los componentes ambientales que nosotros como habitantes del planeta tierra necesitamos tales como:

Recurso hídrico

Aguas superficiales:

Ríos, Lagos, Lagunas, Quebradas, Océanos, se pueden contaminar con materia orgánica ($C_xH_yO_z$) en presencia de bacterias, microorganismos y oxígeno generan compuestos que acidifican el agua, eliminan el oxígeno vital para la vida de las especies acuáticas y hace que las aguas para consumo humano se contaminen y generen problemas de salud.

Aguas superficiales:

Pozos y manantiales, la contaminación de estos lugares ocurre por la infiltración de lixiviados a través del suelo ya que este absorbe estos líquidos que luego van a parar donde se encuentran estas fuentes de agua.

Taponamiento y represamiento de caudales:

Los desechos de basura arrojados a las fuentes de agua causan taponamientos y por ende represamiento de las aguas generando inundaciones, afectando las zonas aledañas, a sus hogares y cultivos.

Altos costos de tratamiento:

Cuando las fuentes de agua se ven contaminadas, el hombre debe de hacerles un proceso de purificación para su consumo, riego de cosechas etc., lo cual resulta ser muy costoso para la comunidad que demanda este servicio.

Impacto en costas y mares:

La presencia de residuos en estos lugares afecta la flora y la fauna marina negativamente, también afecta la economía de estos lugares tales como el turismo, la pesca y la recreación.

Recurso atmosférico:

Los residuos en su proceso de descomposición generan malos olores y producen gas metano y dióxido de carbono estos gases ayudan a incrementar el efecto invernadero en el planeta aumentando la temperatura y provocando el deshielo en los polos.

Recurso suelo:

Este es el recurso que es más afectado se ve por el mal manejo de los residuos sólidos generando lixiviados que acaban con la micro fauna del suelo (lombrices, bacteria, hongos, musgos entre otros) aportando a la desertificación del suelo, la presencia constante de basura en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada, e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades como las ratas, las cucarachas, las moscas y los zancudos.

Recurso paisajístico:

Es uno de los menos nombrados pero la constante proliferación de basura afecta el paisaje urbano y la salud humana ya que genera, estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral, mal humor afectando nuestra calidad de vida, impide que estemos en armonía con nuestro entorno y afecta a la comunidad en general.²

Biogás

El biogás es una forma ecológica de producir gas a base de los desechos de basura orgánicos que se produce en los hogares, su tecnología es muy sencilla, consta de un tanque de almacenamiento en donde se echan los residuos orgánicos agregándoles bacterias anaerobias que son la que degradan la materia orgánica produciendo gas metano muy parecido al gas natural, este biogás reduce significativamente el efecto invernadero del planeta y es renovable, contribuye a reducir la cantidad de residuos urbanos, además que sirve para calefacciones, cocinar y demás actividades como el gas natural.

Esta tecnología es económica y muy útil para escuelas, comedores comunitarios, emprendimientos industriales y agrícolas especialmente para zonas donde no llega el gas natural de red

Sirve para proveer de gas y electricidad a municipios alejados, ciudades, pero se necesitaría una fuente constante de residuos, y estos en su gran mayoría son desaprovechados, es importante que la población se concientice de los beneficios que trae

² Enviaseo. sf. Envigado. Información Sustentada de la página:
enviaseo.gov.co/content/40/img/Contaminacion%20ambiental.pdf

esta energía renovable y limpia, que tanto bien puede hacer al planeta, Existen muchas experiencias exitosas en todo el mundo sobre el uso de biodigestores para fabricar gas.

Solo en Europa existen al menos 60 plantas de tratamientos de residuos orgánicos.³

Un combustible confiable

Comparado a otras energías renovables como el viento o la energía solar, el biogás se puede producir sin importar factores adversos como las condiciones climáticas u hora del día. El proceso biológico en una planta de biogás transcurre de manera ininterrumpida, las 24 horas al día, 7 días a la semana.

Compatibilidad con el medio ambiente

Usar biogás ahorra combustible fósil. Aún más no se generan emisiones adicionales de dióxido de carbono (CO₂) al quemarlo. Es cierto que produce dióxido de carbono en el proceso biológico de producción de biogás o en su proceso de combustión, pero existe una diferencia significativa ya que la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) es similar a la que necesitan las plantas para crecer y producir recursos renovables, lo cual no genera dióxido de carbono (CO₂) adicional, que se considera dañino para el clima.

Suministro de energía adonde se requiera

El biogás puede ser producido en cualquier lugar sin importar, si es en un pueblo, vereda, ciudad, el calor y la energía pueden ser producido donde se los necesite, no es

³Adriana.2010.RenovablesVerdes. Información Sustentada de la Página: <http://www.renovablesverdes.com/los-beneficios-del-biogas/>

necesario el uso de tecnología sofisticada, una planta de biogás pequeña es suficiente para calefacción y cocinar, una planta de biogás estándar es suficiente para producir energía y calor constante.

Hoy día países industrializados utilizan el biogás por los múltiples beneficios ambientales y económicos.

Más que calor y energía eléctrica

Además de producir calor y energía, en el proceso de producción de biogás aparecen altas concentraciones de Potasio, Nitrato orgánico, Amonio, fosforo, que sirven como fertilizantes muy beneficiosos para la tierra y los cultivos.⁴

Dificultades

A pesar de su utilidad y los beneficios para el medio ambiente, no siempre se implementa con éxito. El especialista Groppelli afirma “El talón de Aquiles que aparece es cierta falta de colaboración de la gente; no es un problema de la tecnología. En los lugares en donde no funciona es porque las personas no entienden los beneficios en favor del ambiente que puede aportar el biodigestor”, afirmó el especialista.⁵

⁴Schriewer.sf.Alemania. Información Sustentada de la Pagina <http://www.schriewer-biogas-consulting.com/SBC2010es/index.php/biogas/ventajas-del-biogas.html>

⁵FundacionProteger.sf.Argentina. Información Sustentada de la Página: <http://www.proteger.org.ar/biogas-combustible/>

Articulación de los aspectos positivos sobre el biogás

Desde hace muchos siglos atrás el hombre ha buscado la manera de tener una mejor calidad de vida, para ello ha experimentado distintos estados físicos, según cuenta la historia al principio andaba como nómada de un lugar a otro de la tierra, en cada lugar que estaba vivía en armonía y en equilibrio con la naturaleza pues hacía un uso adecuado de ella, también su población era menor, a medida que la civilización empezó a unirse en grupos colectivos el número de su población fue aumentando, decidieron entonces agruparse en aldeas y estabilizarse en un solo lugar, aprendieron el arte de la agricultura y la domesticación de animales, también su tecnología empezó a desarrollarse paulatinamente, hasta aquí existía un nivel de consumo básico, vital para sobrevivir, todavía guardaban y sostenían un equilibrio con la naturaleza y el medio ambiente, sus niveles de contaminación era prácticamente cero, ya que los productos que utilizaban eran de origen orgánico y animal de fácil biodegradación, tales como su alimentación, vestiduras, madera y piedras con las que fabricaban utensilios.

Con el correr del tiempo la población humana siguió creciendo exponencialmente, adquiriendo nuevos conocimientos y comenzaron a desarrollar tecnología para satisfacer sus necesidades materiales, desde la invención de la rueda hasta las máquinas de vapor, que fueron creadas en el siglo XVIII.sa

Nos remontamos hasta esta fecha porque es uno de los siglos críticos en donde la humanidad comienza a tener un desarrollo tecnológico y un crecimiento de población desmesurado, con la invención de las máquinas de vapor se empezó a desarrollar maquinas

industriales, fabricas que empezaron a producir productos de consumo masivo, los campesinos abandonaron los campos y se aglomeraron en las ciudades, surgieron problemas sanitarios y empezaron a proliferar las enfermedades, debido a que no tenían un manejo adecuado de sus residuos sólidos, también surgieron problemas políticos, sociales que con el pasar del tiempo y con mucha dificultad lograron solucionar en mayor o en menor medida, esta época fue llamada la revolución industrial , desde aquella época se empezó a vislumbrar las consecuencias nefastas que tendría para los humanos y para el planeta tierra, la sobreproducción, La sobre explotación de los recursos naturales El consumismo masivo e indiscriminado que se empezó a forjar desde aquellas épocas, dio origen a que la humanidad hoy día, haya alterado el ciclo vital de la tierra, ríos contaminados, desaparición de especies animales, gran cantidad de bosques deforestados, aire contaminado, zonas de la tierra desérticas por la sobre explotación de minerales, entre ellos, petróleo, carbón, oro, etc...

Cada vez crece más el número de selvas de concreto, ciudades plagadas de edificios y de habitantes, esto hace que se incremente los desechos de basura y por ende la contaminación ambiental, es necesario tomar medidas drásticas que mitiguen y a largo plazo eliminen los impactos ambientales negativos, buscando formas de no producir más basura y reutilizar la ya desechada, utilizar fuentes de energía renovables como, Biogás, energía eólica, Energía Solar, etc...

En este apartado nos referiremos al Biogás como una de las soluciones que se plantean para el bien del medio ambiente, ya que se puede crear energía renovable limpia y

sana, que trae muchos beneficios, todos aquellos desechos orgánicos que surgen en los hogares tales como: las cascarras de las frutas, verduras, restos de comida, etc... Al no ser separados de los residuos inorgánicos forman toxinas, lixiviados que tienen contenidos peligrosos para el medio ambiente, gases y malos olores que contaminan.

Producir Biogás no es costoso ya que la tecnología empleada no es compleja, al contrario es de fácil acceso y manipulación, solo se debe contar con una caja hermética o contenedor que se puede construir con ladrillo y cemento, metal o plástico.

Donde se almacena la materia orgánica, dentro del biodigestor se dan las condiciones ideales, temperatura, humedad, bacterias, para que se genere el biogás, además de un buen abono orgánico que puede ser empleado como nutriente para las cosechas.

En distintos países como Europa y Sur América ya se están implementando biodigestores para controlar los desechos sólidos y de paso aprovechar la energía que este produce como fuente de calor y electricidad, dándole uso, en las cocinas de los hogares, centros comunitarios, etc.

Se puede producir biogás en cualquier época del año, y en casi cualquier parte del planeta, lo único que puede faltar en una idea tan buena y real como la de implementar un biodigestor, es la conciencia colectiva de la población en donde se desee realizar el proceso de separación sostenida y constante de los productos inorgánicos de los orgánicos en las fuentes de los hogares, y de esta manera llevar un correcto proceso del sostenimiento del biodigestor para el bien de la comunidad y del medio ambiente.

Se debe hacer frente a esta situación de contaminación ambiental que hoy nos rodea y que está a punto de llevar la raza humana al fracaso, la Madre Tierra está agonizando, por tanto daño que el ser humano ha causado en ella, lo único que nos queda es crear conciencia ambiental de todo lo que está pasando en el planeta Tierra y aportar nuestro grano de arena que contribuya a la mejora ambiental y no a la destrucción. Los seres humanos deben aplicar y crear métodos más saludables de conseguir energía y calor, así como el ejemplo del biodigestor para ayudar a sanar los daños producidos al medio ambiente.

Decretos que rigen la gestión de residuos sólidos:

1.2.2 Decreto número 1505 de 2003. PGIRS.

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Artículo 1°. Adicionase el artículo 1° del Decreto 1713 de 2002, con las

Siguientes definiciones:

Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.

Aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo. Es el conjunto de actividades dirigidas a efectuar la recolección, transporte y separación, cuando a ello haya lugar, de residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

1.2.4 Decreto 1594 de 1984.

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de La Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del Agua y residuos líquidos.

Resolución 1074 de 1997.

Por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos.⁶

⁶ Información sustentada del Documento PDF, Encontrado en: http://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Montaje_Biodigestores_Plaza_Mercado_Kennedy.pdf

Metodología

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es exploratoria, cuantitativa y analítica.

Delimitaciones del Estudio

Para lograr los objetivos del estudio de factibilidad se desarrollaran los siguientes módulos:

1. Estudio de los residuos sólidos desde la fuente

- 1.1 Clasificación de los residuos sólidos en el hogar.
- 1.2 Recolección de los residuos orgánicos en el hogar.
- 1.3 Almacenamiento de los residuos orgánicos.

2. Estudio de mercados.

- 2.1 Objetivos, metodología.
- 2.2 Ejecución y análisis del estudio.

3. Estudio de ingeniería

- 3.1 Estudio del producto
- 3.2 Estudio de la materia prima.
- 3.3 Determinación del volumen de producción.
- 3.4 Calculo de la maquinaria y equipo.
- 3.5 Estudio y selección de mano de obra.
- 3.6 Estudio de localización.

- 3.7 Planta física.
- 3.8 Distribución interna de la planta.
- 3.9 Programa de producción.
- 4. Estudio de costos y financiero**
 - 4.1 Estudio de costos.
 - 4.2 Estado de resultados
- 5. Estándares de calidad**
 - 5.1 Estándar de calidad
 - 5.2 Bpm
- 6. Conclusiones**
 - 6.1 Conclusiones
 - 6.2 Recomendaciones
 - 6.3 Anexos
- 7. Referencias**

1. Estudio de residuos sólidos desde la fuente

1.1 Clasificación De Los Residuos Sólidos En El Hogar.

Para dar cumplimiento a los principios básicos de la prestación del servicio público de aseo, el servicio público de aseo del municipio debe prestar sus servicios de manera ininterrumpida con las frecuencias mínimas establecidas en el decreto 2981 de 2013 y aquellas que por sus particularidades queden definidas en el PGIRS salvo cuando existan razones de fuerza mayor o casos fortuitos.

La clasificación de los residuos sólidos en el hogar de acuerdo al artículo 17 del Decreto 2981 de 2013, los usuarios deberán realizar la separación en la fuente clasificando los residuos en aprovechables y no aprovechables.

Según el estudio realizado por **Econ Ambientales Civiles Asociados** en el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos:

Para obtener los resultados que se muestran a continuación, se realizaron 4 muestreos de los residuos generados en un mes, para los sectores residencial, Institucional y comercial, las muestras fueron semanales, teniendo en cuenta que la recolección en el municipio se realiza con una frecuencia de dos (2) veces por semana. Los muestreos se dividieron de la siguiente manera:

Tipo residencial: Se seleccionaron 24 muestras aleatoriamente, en todo el municipio, teniendo en cuenta todos los estratos del servicio de aseo, para lo cual se seleccionaron ocho (8) del estrato I, ocho (8) muestras del estrato II y ocho (8) muestras del estrato III.

Tipo institucional: Se seleccionaron ocho (8) muestras aleatoriamente.

Tipo comercial: Se seleccionaron ocho (8) muestras aleatoriamente.

Tabla 2
Pesaje de las muestras tomadas⁷

MUESTRA	CANTIDAD (kg/semana)
Residencial	78
Institucional	91
Comercial	65
Total	234 (kg/semana)

Por cada tipo de generador, se realizó la caracterización física de los componentes en Orgánico, inorgánico y otros no aprovechables, estos a su vez en clases, para posteriormente realizar el peso de cada uno, datos que se muestran a continuación.

Tabla 3
Caracterización física de los residuos sólidos por componente⁸

Componente	Clase	Peso (Kg/semana) Tipo de generador			Total (Kg/semana)
		Residencial	Institucional	Comercial	
Orgánicos	Residuos de alimentos	25	2	26	53
	Residuos de poda y corte de césped	0	0	0	0
Inorgánicos	Papel	1	4	0	5
	Cartón	1	2	0	3
	Vidrio	5	2	3	10
	Plástico	9	24,5	6,5	40
	Metales	1,5	0	0	1,5
	Tetra - pack	0	0	0	0
	Tierra	0	0	0	0
Otros no aprovechables	Ceniza	0	0	0	0
	Escombros	0	0	0	0
	Peligrosos	0	0	0	0
	Higiénicos	9	7,5		16,5
	Desechables	0	6	3	9
	Textiles	6	0	0	6
	Ordinarios	23	57	24	104
Total		80,5	105	62,5	248

⁷ Tabla Pesaje de las muestras tomadas en la clasificación de los residuos sólidos PGIRS Pueblo Rico 15/Oct/2015 Pág. 56, tabla 13

⁸ Caracterización física de los residuos sólidos por componente PGIRS Pueblo Rico Risaralda del 15 de Oct del 2015, Pág. 57, tabla 14

De acuerdo a los registros con los que cuenta la Empresa de Servicios Públicos Pueblo Rico E.S.P., la generación mensual de residuos municipales en la cabecera municipal, centros poblados y veredas donde se presta el servicio de aseo corresponde a un promedio de 47.200 kg/mes, conforme a este resultado, los porcentajes de fracción en peso de componentes orgánicos mensual del municipio es de 10087,1 Kg/mes; 21,4% (Kg/mes)

1.2 Recolección De Los Residuos Orgánicos En El Hogar.

Para la presentación de los residuos los usuarios deberán ubicar los residuos en los sitios determinados para su presentación, con una anticipación no mayor de tres (3) horas previas a la recolección de acuerdo con las frecuencias y horarios establecidos por el prestador de acuerdo a al Artículo 17 del Decreto 2981 de 2013. La Macro ruta de recolección garantiza la cobertura total, y de acuerdo a la generación mensual de residuos, crecimiento de usuarios y variaciones en los sentidos viales deberá ser actualizada y ajustada de acuerdo al Art 31 del Decreto 2981 de 2013.

El Servicio de Recolección y Transporte en el Municipio de Publico Rico es prestado por la Empresa de Servicios Pueblo Rico E.S.P. con una frecuencia de dos (2) veces por semana, una cobertura del 100% en el área urbana y una cantidad de residuos recolectada aproximadamente de 47.2 Ton/mes.

El tipo de recolección es manual y se realiza en un vehículo tipo volqueta acondicionado para el transporte de los residuos hasta el sitio de disposición final; La cuadrilla de recolección está conformada por tres operarios.

1.3 Almacenamiento De Los Residuos Orgánicos.

En el caso del almacenamiento de los residuos aprovechables se debe tener en cuenta que deben estar limpios y no contaminados con residuos peligrosos metales pesados ni bifenilos poli clorados (Art 83 Decreto 2981 de 2013), asimismo de forma que no se deteriore su calidad ni se pierda su valor, que no afecte el entorno físico, la salud humana y la seguridad bajo condiciones seguras dependiendo de sus características.

Para el almacenamiento y presentación de los residuos se debe utilizar dos recipientes. El que se destine para los residuos aprovechables podrá ser un recipiente desechable mientras que el de los residuos no aprovechables podrá ser un recipiente retornable.⁹

⁹ PGIRS Pueblo Rico Risaralda del 15 de Oct del 2015, Pág. 103

2. Estudio de mercados

2.1 Objetivos Metodología

Objetivo general del estudio de mercados

Determinar la oferta y la demanda del consumo de gas en la zona urbana de Pueblo Rico Risaralda.

Objetivos específicos del estudio de mercados

- Obtener indicadores de consumo de gas
- Determinar e identificar la oferta actual en la zona de estudio
- Establecer canales de comercialización y preferencias del producto
- Determinar el nivel general de conocimiento de la población en la zona de Pueblo Rico Risaralda acerca del biogás, sus características y ventajas.
- Determinar la demanda potencial del producto

Metodología.

El estudio se centró en 2 etapas: la recolección de información y antecedentes; en esta etapa se buscó información previa acerca del mercado, su oferta y su demanda, también se hizo encuestas y se encontró información que no había sido determinada, la segunda etapa se centró en el análisis de los datos y proyecciones, con ellas se completó el estudio para tener una idea global del mercado.

Se utilizaron fuentes primarias como las encuestas

Área de Influencia

El principal punto de estudio es la zona Urbana de Pueblo rico Risaralda.

2.2 Ejecución Y Análisis Del Estudio.

Estudio de la oferta

La oferta actual en el municipio consta de dos proveedores; personas particulares que compran el gas envasado en cilindros de 15lb, 20lb, 33lb, 40lb, provenientes de la ciudad de Pereira los cuales son depositados en bodegas, para suplir los pedidos de la demanda a domicilio.

Estudio de la Demanda

Para ejecutar este estudio se hizo una encuesta aleatoria simple en el casco urbano del municipio; arrojando los siguientes resultados.

Tabla 4

Tabulación de tamaño de pipa de gas en relación con el número de encuestas.

Tamaño de pipa de Gas (Lb)	15	20	33	40	Total general
Numero de Encuestas	1	4	26	49	80
% en relación	1%	5%	33%	61%	100%

Una breve vista al grafico hace notar fácilmente que existe una preferencia general sobre las pipas de 33 y 40 Lb.

Tabla 5

Tamaño de pipa de gas según el número de personas en el hogar

Tamaño de la pipa de gas ↓	Número de personas en el hogar										Total general
	1	2	3	4	5	6	7	8	10		
15		1									1
20		1	1	1	1						4
33		3	1	7	7	2	2	2	1	1	26
40		3	7	12	14	4	3	3		3	49
Total general		6	10	20	22	7	5	5	1	4	80

La preferencia sobre los tamaños de 33 y 40 Lb se mantiene, por otro lado se puede deducir que familias con más de 5 miembros no comprarán pipas de 15 o 20 Lb

Tabla 6

“Conocimiento general del biogás”

Conocimiento del biogás	No	Si	Total general
Numero de Encuestas	66	14	80
% de encuestas	83%	18%	100%

En la zona de Pueblo Rico Risaralda una gran cantidad de personas cercanas al 83% no conocen el biogás ni sus beneficios.

Tabla 7

Duración de las pipas y su tamaño

Tamaño de pipa (Lb) \ Duración Días	30	60	>60	Total general	
15		1		1	
20		4		4	
33		16	5	5	26
40		19	21	9	49
Total general		40	26	14	80
% Duración		50%	33%	18%	

El 50% de las pipas de gas se utilizan en 1 mes o menos, mientras que el 33% se utiliza completamente entre uno y dos meses. Un pequeño porcentaje correspondiente al 18% le dura una pipa de gas más de dos meses.

Tabla 8
Análisis del promedio de consumo por persona

Análisis de Datos Lb/Día persona	
Promedio	0,2953 Lb/ Día
Desviación estándar	0,1897
Z	1,9600
Intervalo inferior	0,2537 Lb/ Día
Intervalo superior	0,3368 Lb/ Día

Con un nivel de confianza de un 95% se puede estimar que el número de consumo de libras x persona por día se encuentra entre 0,25 Lb y 0,34 Lb de consumo diario por persona

Tabla 9
Calculo del número de personas por hogar

Personas por hogar	
Promedio	4,025
Desviación estándar	2,093
Z	1,96
Intervalo inferior	3,566
Intervalo superior	4,484
Redondeado	4

Se puede estimar que el número de personas por hogar se encuentra entre 3 y 5 personas.

3 Estudio de ingeniería

3.1 Estudio Del Producto

Biogás

Gas incoloro compuesto de una mezcla de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), Hidrogeno (H) y Sulfuro de Hidrogeno (H_2S) producido por un grupo de bacterias llamadas arqueas metanógenas en un proceso de descomposición de biomasa mediante la metalogénesis en condiciones anaeróbicas, esto es debido a que las bacterias no sustentan la vida cuando existe la presencia de oxígeno, por tanto es dispensable la hermeticidad del sistema. Es un gas puro, renovable, que ayuda a mejorar el efecto invernadero del planeta, está compuesto por:

Metano: 40 – 70 % Vol.

Dióxido de carbono: 30 – 60 % Vol.

Hidrogeno: 0 – 1 % Vol.

Sulfuro de Hidrogeno: 0 – 3 % Vol.

Metano (CH_4)

Gas incoloro, inodoro, inflamable, no toxico, con una capacidad calórica de 11940 [Kcal/seg], encontrado entre una concentración de 40% y 70% es el principal componente del Biogás. El metano es uno de los hidrocarburos más sencillos encontrados en la naturaleza y también es el principal componente del gas natural, los únicos peligros con el

manejo de éste son la asfixia por altas concentraciones y quemaduras debido a su alta inflamabilidad.

Dióxido de carbono (CO₂)

Gas inodoro, incoloro, componente secundario del Biogás, encontrado en concentraciones de 30% y 60%. Muy importante en el proceso de la metalogénesis, puesto que las arqueobacterias producen el Metano mediante la respiración anaeróbica por reducción de CO₂.

Hidrogeno (H₂)

Entre 0% y 1 % Gas incoloro, inodoro, reactivo, presente en muy bajas concentraciones en el proceso de metalogénesis.

Sulfuro de Hidrogeno (H₂S)

Entre 0% y 3 % Gas Incoloro, odorífero, inflamable y altamente tóxico presente en bajas concentraciones en el biogás, es este el que le da el olor característico al biogás, debido a su peligro para el ser humano cuando el biogás va a ser usado para uso doméstico, éste debe ser filtrado para evitar cualquier accidente.

Además de generar Biogás se produce residuos fertilizantes de excelente calidad tales como:

PH: 7.5 % en promedio, Materia orgánica 85%, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, estos elementos traen muy buenos beneficios en la tierra ya que mejoran las características físicas

del suelo, facilitando la aireación, aumentando la capacidad de infiltración del agua y la humedad.

El biogás entonces nos permite generar calor en las cocinas de los hogares haciendo llegar el gas por una red de conductos de bajo costo, nos permite también generar energía eléctrica, luz, con moto generadores accionados con biogás.

El valor calorífico del biogás es aproximado a 6 Kwh por metro cubico, es decir que un metro cubico de gas es equivalente a medio litro de combustible diésel.

De esta manera se evita que aquellos residuos orgánicos que no son recolectados, y que por descarte van a parar a los ríos o a botaderos a cielos abierto en cualquier zona, sean aprovechados para beneficio del medio ambiente y su comunidad.

3.2 Estudio De La Materia Prima.

Identificación de la materia prima

La materia primaria usada para la producción de Biogás, está compuesta por: (eses, orinas, sangre, tejidos y grasas animales, como también puede estar compuesta por excrementos humanos y material vegetal), al analizar la zona en la cual se implementa este estudio; los residuos orgánicos más accesibles para la planta de tratamiento de biogás, son aquellos que se pueden obtener de los desechos producidos por los hogares del casco urbano de Pueblo Rico tales como (residuos de alimentos que contienen biomaterial vegetal)

3.3 Determinación Del Volumen De Producción.

Para determinar el volumen de producción de Biogás se utilizaron los resultados arrojados en el estudio de mercados donde se encontró un valor de consumo de gas propano diario per cápita entre 670 y 876 [Lb/Día], teniendo en cuenta que las características de la energía calórica del gas propano difieren del gas metano producto de la biodigestión de los residuos orgánicos, se procedió a realizar un cálculo termodinámico mediante la siguiente formula

$$\dot{Q} = \dot{m} * LHV$$

Donde \dot{Q} = *Calor por unidad de masa*
 \dot{m} = *Flujo Masico*
 LHV = *Lower Heating Value*

Teniendo en cuenta que el LHV del gas propano es de 10800 [Kcal/seg] y que el flujo másico teórico calculado en la investigación para producir biogás, oscila entre 0,0034629814851964 y 0,0045975467272995 [Kg/seg] para los valores de consumo diario anteriormente mencionados, se toma el intervalo superior del flujo másico para tener una aproximación más acertada sobre la capacidad a producir y de este se calcula un $Q = 45.6535$ [Kcal/seg].

Sabiendo que se debe producir un calor útil de $Q=45.6535$ y utilizando el LHV del gas metano con un valor de $LHV=11940$ [Kcal/seg] se calculó el nuevo flujo másico necesario que debe producir la planta de biogás para sostener la demanda diaria; donde

$$\dot{m}_{metano} = \frac{\dot{Q}}{LHV} = 0,005248 \left[\frac{Kg}{Seg} \right]$$

Con los datos anteriores, se calcula el flujo másico teórico de gas metano que debe producir la planta de biogás diariamente para satisfacer la demanda.

$$\dot{m} = 999,6013159 \left[\frac{Lb}{Dia} \right]$$

Contando con la información suministrada por el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pueblo Rico Risaralda; de ahora en adelante PGIRS, se encuentra que para Octubre del año 2015, el municipio de Pueblo Rico Risaralda en la zona urbana en promedio ha estado generando 47.2 toneladas mensuales de desechos sólidos¹⁰, de los cuales el 21% son desechos orgánicos, 10.1 toneladas mensuales aproximadamente.

Para calcular el valor real de la producción de biogás, nos remitimos a los datos aportados por la investigación realizada en la ciudad de Manizales llamada Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado, publicado en la revista colombiana de biotecnología,¹¹ donde pudieron extraer de 9.8 Kg de material orgánico compuesto por: tubérculos y frutas enteras de mala calidad o con diferente grado de descomposición (papas, naranjas, mandarinas, piña (pulpa y cáscara), mango, papayuela, naranja, banano, papaya); cáscaras de papa, yuca, plátano, y hortalizas (cebolla, repollo); tomate, pepino, así como diferentes desechos como bagazo de plátano y de choclo, pasto y ramas; un total de 12800 cm³ de biogás al cabo de 25 días, a través de un proceso llamado metano génesis mesofílica a temperatura de 37 °C.

Utilizando el mismo procedimiento anteriormente descrito se calculó el flujo másico de biogás real, teniendo en cuenta que en el municipio de Pueblo Rico se están generando

¹⁰ Datos Suministrados por la empresa Econ Ambientales y Civiles Asociados en el PGIRS de Pueblo Rico Risaralda Pág. 53 – 61

¹¹ REVISTA COLOMBIANA DE BIOTECNOLOGÍA VOL. VI No. 2 Diciembre 2004 Pág. 78-89. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. Pág. 81- 87.

aproximadamente 10.1 toneladas de material orgánico y que 9.8 kg de material orgánico produce 12800 cm³, entonces 10.100 kg nos producen al mes 13191836,73 cm³, haciendo las conversiones de volumen a masa teniendo en cuenta la densidad del metano que es de 0,716 g/ml, nos da como resultado que el flujo másico de biogás real por día es de:

$$13191836.73 \text{ ml} \times 0.716 \text{ g/ml} = 9445355,102 \frac{\text{gramos}}{\text{mes}}$$

Pasándolo a Lb/ día, el flujo másico real es de:

$$694,1 \frac{\text{Lb}}{\text{Día}}$$

Nos da un valor cercano al teórico de 999,6; con esto podemos deducir que la planta de biogás con la cantidad de materia orgánica que actualmente está generando el municipio en el casco urbano solo puede cubrir el 70% de la producción real que se debe tener para satisfacer la demanda actual.

3.4 Calculo de la maquinaria y equipo.

El tamaño determinado para el Biodigestor contempla en uso de las siguientes máquinas y equipo:

- 2 Medidores de presión (Manómetro)
- Papel universal para PH
- 2 Válvulas de seguridad con quemador
- 2 Compresores con motor
- Trituradora de materia orgánica
- 2 Agitadores con aspas
- 2 Válvulas de desagüe
- Mangueras flexibles
- Tubos, codos, llaves de paso, rejillas

- Medidores de temperatura
- Aislantes térmicos
- Filtro de grava
- Gasómetro
- Trampa de condensados
- Camión de transporte
- Palas, carretillas

3.5 Estudio y selección de mano de obra.

Técnico de mantenimiento.

Se debe disponer de un técnico de mantenimiento para los biodigestores y la maquinaria utilizada en ellos para su correcto funcionamiento, este se podrá contratar por obra o labor, ya que el mantenimiento solo se hará una vez al año, o cuando sea requerido en caso de que ocurra un daño.

Operarios de recolección de basura.

Se seleccionan cuatro personas encargadas de recoger dos veces por semana los residuos orgánicos en el casco urbano del municipio, como requisito mínima deberán portar el título de bachiller académico, deben ser responsables, amables, proactivos y de fácil aprendizaje. Se contrataran por prestación de servicios, esta labor los operarios la ejecutaran por espacio de medio tiempo de un día de trabajo reglamentado por la ley colombiana, en este caso 4 horas.

Operario para planta de biodigestor

El operario para la planta de biodigestor será el encargado de alimentar el reactor y de realizar las descargas de material orgánico y desague del mismo, a la vez que estará a cargo de la vigilancia y seguridad del reactor, como supervisar el nivel de pH del biol, temperatura interna del reactor y la presión interna de biogás acumulado en el reactor y en el gasómetro, también debe estar atento al buen funcionamiento de la trampa de condensados, agitadores y compresores. Se encargara de realizar el aseo al biodigestor y a sus alrededores, el nivel académico exigido para esta labor debe ser preferiblemente técnico profesional en agronomía o afines u técnico electricista, responsable, amable y proactivo, se contratara por prestación de servicios tiempo completo.

3.6 Estudio de localización.

El municipio de Pueblo Rico cuenta con una moderada inclinación en su topografía, lo que favorece la distribución de biogás si la planta de tratamiento se ubica en la parte alta del casco urbano por que habría que ejercer menos presión sobre el biogás para ser distribuido debido a la gravedad; por otro lado es una de las partes más habitadas del municipio y la cercanía de las casas favorecería la distribución del biogás disminuyendo los costos en la red de tubería, también disminuiría costos en la recolección y transporte de materia prima hacia la planta de tratamiento.

El municipio cuenta con terrenos de su propiedad en la parte alta del casco urbano que cumple con las características que se deben tener para montar la planta física del biodigestor, que hasta ahora según cálculos debe ser de un terreno de 64 m².



3.7 Planta Física.

Las áreas requeridas para un buen funcionamiento de la planta de biogás son

- Biodigestor
- Estación de purificación

3.8 Distribución interna de la planta.

La planta consiste en el biodigestor conectado con el gasómetro para almacenar el gas producido y el tratamiento de aguas residuales. La planta está distribuida para que cada una de las partes este los más cerca posible facilitando el transporte del material y aguas residuales.

Biodigestor

Compuesto por el Lecho de secado, el Tanque de homogenización, el Agitador y Biodigestor, el Tanque de descarga y el Gasómetro

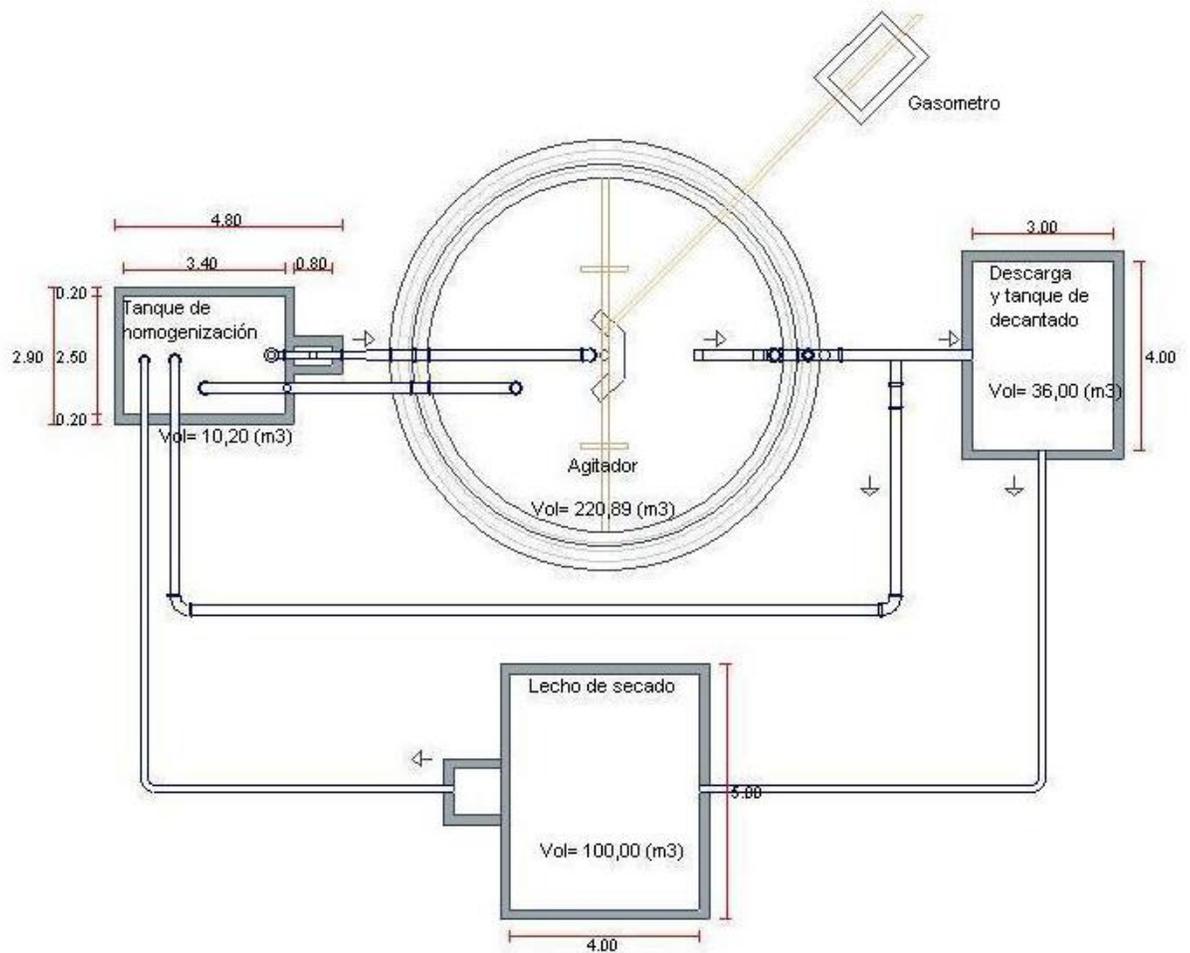


Figura 1 Esquema de planta de Biodigestor

3.9 Programa de producción.

Tabla 10
Programa de producción.

Plan de producción Biogás							
<i>Descripción</i>	Lun	Mar	Mie	Ju	Vi	Sá	Dom
Recolección material orgánico		X				X	
Almacenamiento material orgánico		X				X	
Picado de materia orgánica	X		X		X		X
Alimentación del digestor	X		X		X		X
Control de nivel freático	X	X	X	X	X	X	X
Control de PH	X	X	X	X	X	X	X
Control trampa de condensados	X	X	X	X	X	X	X
Control presión y temperatura de biogás y gasómetro	X	X	X	X	X	X	X
Revisión aislante térmico	X	X	X	X	X	X	X
Revisión poso de infiltración							
Revisión tubería de biodigestores	X	X	X	X	X	X	X
Revisión válvulas con quemador	X	X	X	X	X	X	X
Desagüe y empaque de biomasa	X		X		X		X
Tratamiento de agua residuales	X		X		X		X
Distribución de biogás	X	X	X	X	X	X	X
Supervisar el buen funcionamiento de las maquinas	X	X	X	X	X	X	X

El mantenimiento de la maquinaria y accesorios del biodigestor se realizara una vez por año, o cada vez que lo amerite; el lavado interno de los tanques digestores se realizara una vez por año; el operario de turno completo descansara los domingos reemplazándolo un operario que recoja basura entre semana previamente capacitado; los informes sobre el funcionamiento y producción de Biogás se presentaran una vez por semana

4 Estudio de costos y financiero

4.1 Estudio de Costos

- biodigestores: \$ 28.276.000
- Manómetros Ashcroft 2c554: \$240.000
- Compresor Estacionario Eléctrico Nuevo Compair 30hp 129 Cfm: \$18000.000
- 2 trituradoras de orgánicos: \$ 6.000.000
- 2 medidores digitales de PH: \$ 100.000
- 2 medidores de temperatura: \$ 110.000

Ver anexo 1

4.2 Estado de Resultados

Tabla 11

Estado de resultados

Estado De Resultados	
Ingresos	
(+) Servicios Biogás	\$ 10.416.466,10
(=) Ventas netas	\$ 10.416.466,10
(-) costo de producción	\$ 5.079.840
(=) Utilidad Bruta	\$ 5.336.626,55
(-) Gastos operacionales	\$ 3.253.333
(=) Utilidad operacional	\$ 2.083.293
(+) Ingresos no operacionales	\$ -
(-) Gastos no Operacionales	\$ -
(=) Utilidad Antes de Impuestos y Reservas	\$ 2.083.293
(-) Impuesto de Renta	\$ 520.823
(=) Utilidad Neta	\$ 1.562.470

Ver anexo 2

5 Estándares de calidad

5.1 Estándar de Calidad

En Colombia no existe una ley que regule el servicio domiciliario de Biogás sin embargo el CREG Comisión de Regulación de Energía de Gas publicó una propuesta de regulación aplicable al biogás, Documento CREG-0796 Noviembre 16 de 2012 clasificando el Biogás, su uso y reglamentaciones, según la ley 142 de 1994 y la ley 401 de 1997 el suministro de gas que se utilice efectivamente como combustible, cualquiera que sea el origen del gas, es servicio público domiciliario sometido al régimen previsto en estas leyes, le corresponde al CREG regular el servicio público domiciliario

Este servicio comprende, según el artículo 14.28 “el conjunto de actividades ordenadas a la distribución de gas combustible, por tubería u otro medio, desde un sitio de acopio de grandes volúmenes o desde un gasoducto central hasta la instalación de un consumidor final, incluyendo su conexión y medición, así como también las actividades de comercialización desde la producción y transporte de gas por un gasoducto principal, o por otros medios, desde el sitio de generación hasta aquel en donde se con secundaría.

Por tanto, el proyecto se acogerá a sus leyes, es notable mencionar las actuales normas regulatorias como lo son la Ley 142 de 1994, Ley 401 de 1997, Decreto 1713 de 2002 y el Decreto 838 de 2005.

5.2 Buenas Prácticas de Manufactura

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) son un requisito indispensable en las empresas, porque de esta manera se tiene un control más riguroso sobre las materias

primas, la producción, y se genera una relación amigable con el medio ambiente, creando productos seguros e inocuos para el consumo humano, a continuación se explica un breve resumen del modelo a seguir en cuanto a BPM que debemos tener en la planta de producción de biogás.

- Involucramiento Total de la Dirección dando seguimiento a los planes y programas generados, siendo la punta de lanza para la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura.
- Mejorar la Infraestructura de la organización a través de inspecciones periódicas, resolviendo tanto el equipamiento, como la propia edificación: paredes, pisos, luminarias, huecos, desagües, techos,
- Documentar planes y programas que mejoren la higiene tanto de los equipos, como del medio.
- Involucramiento del personal para llevar a cabo las tareas y cumplimiento de las políticas
- Plan de saneamiento básico que contemple las zonas a limpiar, métodos, responsables, utensilios y método de verificación.
- Desarrollo de un Plan de Capacitación para el personal que incluya sus operaciones, manejo de productos químicos, control de plagas, y todos los programas desarrollados, de acuerdo a su intervención.
- Sistema de trazabilidad y retiro de producto que permita la identificación de materias primas y hasta producto terminado.
- Analíticas de agua potable, utilizada en proceso o para servicios de personal.

- Monitoreo microbiológico de medio ambiente, personal, equipos, materias y productos, que validen los programas implementados.¹²

6 Conclusiones

6.1 Conclusiones

Se puede concluir, que según el estudio de factibilidad, la planta de producción de biogás de acuerdo a la cantidad de material orgánico disponible por mes en el municipio, solo alcanza a cubrir al 70% de la demanda de biogás en el casco urbano. También se puede concluir, que según los índices de producción, una libra de biogás puesta en un hogar del casco urbano frente a los precios de la competencia, tiene una disminución en la variación relativa del precio de venta del 70%; esto nos permite inferir que el biogás es mucho más económico. A si mismo teniendo en cuenta los índices del estudio de costos y financiero, la rentabilidad anual es del 15% con una depreciación de los activos fijos a 10 años, con esto podemos concluir que el proyecto es viable, para ser desarrollado en el casco urbano del Municipio.

Además de que el proyecto genera nuevas fuentes de empleos en la región; una gran cantidad de desechos no van a parar a la basura, siendo estos aprovechados en beneficio de la comunidad y del medio ambiente, convirtiéndolos en energía renovable.

¹² Intedya.sf.Buenas Prácticas de Manufactura. Recuperado de <http://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html>

6.2 Recomendaciones

En relación con el estudio de mercados en donde se evidencia que el 83% de la población no tiene conocimiento acerca del biogás; se recomienda integrar con el apoyo de la Alcaldía Municipal, planes de educación y concientización, para ayudar a que la ciudadanía tenga acceso a este tipo de conocimiento y pueda saber que es el biogás, sus usos y beneficios, solo de esta manera se puede tener una mayor aceptación y apoyo por parte de la ciudadanía en la implementación del proyecto.

6.3 Anexos

Anexo 1

Tabla 12
Detalle de costos A

Costos Biodigestor			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total
Tanques	2	\$ 14.138.000	\$ 28.276.000
Tuvo 6"	1	\$ 133.900	\$ 133.900
Unión macho hembra roscada 6"	2	\$ 14.000	\$ 28.000
Llave de paso 6"	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Manómetro 200 psi	1	\$ 120.000	\$ 120.000
Válvula de seguridad	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Antorcha biogás	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Pegantes	1	\$ 100.000	\$ 100.000
Motor industrial	2	\$ 3.000.000	\$ 6.000.000
Pica todo	2	\$ 3.000.000	\$ 6.000.000
Aspas agitadoras	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Total			\$ 41.292.900

Costos estación purificación			
Gasómetro	2	\$ 7.500.000	\$ 15.000.000
Tuvo conexión gas natural	3620	\$ 6.353	\$ 22.997.860
Compresor	1	\$ 18.000.000	\$ 18.000.000
Trampa de condensados	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Acople macho hembra roscado	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Total			\$ 58.047.860

Costos Tratamiento de aguas residuales			
Tanque de decantado	1	\$ 1.000.000	\$ 2.000.000
Filtro	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Motobomba de inercia	1	\$ 300.000	\$ 300.000
Total			\$ 2.600.000

Anexo 2

Tabla 13

Detalle de costos B

Gastos de operación	
Nomina	\$ 4.780.910
Mantenimiento	\$ 333.333
Transporte de material orgánico	\$ 400.000
Insumos	\$ 250.000
Costos fijos	\$ 1.000.000
Depreciación	\$ 629.800
Total gastos de operación	\$ 7.394.043

7 Referencias

1. Noticias sobre biodiesel y energías renovables. sf. Extraído de <http://biodiesel.com.ar/2952/biogas-un-biocombustible-que-surge-de-la-basura> 24/ Sep / 2017
2. Enviaseo.sf. Enviado. Información Sustentada de la página: enviaseo.gov.co/content/40/img/Contaminacion%20ambiental.pdf
3. Adriana.2010.RenovablesVerdes. Información Sustentada de la Página: <http://www.renovablesverdes.com/los-beneficios-del-biogas/>
4. Schriewer.sf.Alemania. Información Sustentada de la Pagina <http://www.schriewer-biogas-consulting.com/SBC2010es/index.php/biogas/ventajas-del-biogas.html>
5. FundacionProteger.sf.Argentina. Información Sustentada de la Página: <http://www.proteger.org.ar/biogas-combustible/>
6. Información sustentada del Documento PDF, Encontrado en: http://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Montaje_Biodigestores_Plaza_Mercado_Kennedy.pdf.
7. Tabla Pesaje de las muestras tomadas en la clasificación de los residuos sólidos PGIRS Pueblo Rico 15/Oct/2015 Pág. 56, tabla 13
8. Caracterización física de los residuos sólidos por componente PGIRS Pueblo Rico Risaralda del 15 de Oct del 2015, Pág. 57, tabla 14
9. PGIRS Pueblo Rico Risaralda del 15 de Oct del 2015, Pág. 103
10. Datos Suministrados por la empresa Econ Ambientales y Civiles Asociados en el PGIRS de Pueblo Rico Risaralda Pág. 53 – 61
11. REVISTA COLOMBIANA DE BIOTECNOLOGÍA VOL. VI No. 2 Diciembre 2004 Pág. 78-89. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. Pág. 81- 87.
12. Intedya.sf. Buenas Prácticas de Manufactura. Recuperado de <http://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html>
 - Aguas residuales. (2010-2016). Maquinas equipos y accesorios. Extraído de <http://www.aguasresiduales.info/revista/blog/maquinas-equipos-y-accesorios-en-la-instalacion-de-aprovechamiento-del-biogas-en-la-edar>
 - Ing. Antonio Guevara Vera. (1996). Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Lima- Perú. Extraído de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf> pág. 41 “especifica gasómetro y velocidad de gas etc.”
 - Instrucciones para realizar pozo de infiltración o pared de absorción con normas legales. Sf. Extraído de : <http://blog.distribuidornacional.com/2014/12/pozo-de-adsorcion-o-zanja-de.html>
 - Instrucciones mantenimiento de biodigestor .sf. Extraído de <http://blog.distribuidornacional.com/2014/07/mantenimiento-y-precauciones-del.html>
 - Capacidades número de personas según litros de biodigestión y demás respuestas. Sf. <https://distribuidornacional.com/PreguntasFrecuentes>