

**PROYECTO “INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES PARA TRATAMIENTO  
DEL ESTIÉRCOL DE CUY Y LA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LOS  
COORREGIMIENTOS DE MAPACHICO EN LA CIUDAD DE PASTO Y LA  
VICTORIA DE LA CIUDAD DE IPIALES “**

**JONATAN LEONARDO BOLAÑOS  
LUIS ADRIAN GUERRERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA COMERCIO INTERNACIONAL Y MERCADEO  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

**PROYECTO “INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES PARA TRATAMIENTO  
DEL ESTIÉRCOL DE CUY Y LA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LOS  
COORREGIMIENTOS DE MAPACHICO EN LA CIUDAD DE PASTO Y LA  
VICTORIA DE LA CIUDAD DE IPIALES “**

**JONATAN LEONARDO BOLAÑOS  
LUIS ADRIAN GUERRERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Profesional en Comercio Internacional y Mercadeo**

**Asesor:  
LUIS ALBERTO ZARASTY  
Especialista**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA COMERCIO INTERNACIONAL Y MERCADEO  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Firma del Jurado.

\_\_\_\_\_  
Firma del Jurado.

San Juan de Pasto, Noviembre de 2015.

## **AGRADECIMIENTOS**

AGRADECEMOS A DIOS, NUESTROS PADRES, HERMANOS, AMIGOS, A  
QUIENES YA NO ESTAN Y AQUIENES NOS ACOMPAÑARON EN ESTE  
CAMINO

GRACIAS...

## **RSUMEN**

Esta investigación busca cuantificar y estudiar la calidad de biogás que se produce a partir del estiércol del cuy, así como también comparar el poder calorífico del biogás frente al gas GLP, además de proporcionar energía renovable a los sectores de crianza de cuyes de la zona rural de la ciudad de Pasto e Ipiales, los cuales demuestran preocupación por el medio ambiente y la sociedad en general, ya que en el medio en que vivimos necesita una demanda importante de energía la cual sea de bajos costos.

## **ABSTRACT**

This research seeks to quantify and study the quality of biogas produced from guinea pig manure as well as compare the calorific value of biogas compared to LPG , besides providing renewable energy sectors of raising guinea pigs in rural areas city of Pasto and Ipiales , which demonstrate concern for the environment and society in general , since in the environment in which we live needs a major energy demand which is of low cost.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCION.....	16
1. MARCO GENERAL DE LA PROPUESTA PARA LOS PROYECTOS A FUENTES DE FINANCIACIÓN DEL ESTADO COLOMBIANO .....	18
1.1 METODOLOGÍA.....	18
2. CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LA POLITICA PÚBLICA.....	19
2.1 INCIDENCIA EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.....	19
2.2 INCIDENCIA EN EL PLAN DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO.....	20
2.3 INCIDENCIA EN EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO .....	22
3. RESUMEN DE LA PROPUESTA.....	24
3.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	25
3.2.1 Análisis Estructural de la Problemática .....	26
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	29
3.1 MARCO REFERENCIAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	29
3.1.1 Análisis de los Participantes del Proyecto.....	31
4. MATRIZ ANÁLISIS DE PARTICIPANTES .....	33
5. POBLACIÓN AFECTADA Y OBJETIVO .....	35
5.1 MAGNITUD DEL PROBLEMA .....	35

5.2 POBLACIÓN OBJETIVO .....	36
6. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	38
6.1 GENERACIÓN DE INICIATIVAS DE INNOVACIÓN EN SOSTENIBILIDAD ...	38
7. PREPARACIÓN DEL PROYECTO .....	40
7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
7.1.1 Objetivo Especifico #1. ....	40
7.1.2. Objetivo Especifico #2. ....	40
8. DESCRIPCIÓN TECNICA DE LA ALTERNATIVA DEL PROYECTO .....	41
8.1 VENTAJAS OBTENIDAS CON LA FERMENTACIÓN ANAEROBIA DEL ESTIÉRCOL .....	45
9. ESTADO DEL ARTE.....	47
9.1 NIVEL INTERNACIONAL .....	47
9.2 NIVEL NACIONAL .....	48
9.3 NIVEL LOCAL.....	48
9.4 BIODIGESTOR A LOS 9 DÍAS DE LA INSTALACIÓN.....	54
10. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS Y ACTIVIDADES .....	66
10.1 RESULTADO # 1:.....	66
10.1.1 Actividades. ....	66
10.2 OBJETIVO #1, RESULTADO 2 .....	67

11. ANALISIS DEL MERCADO.....	69
11.1 MERCADO .....	69
11.1.1 Descripción del servicio. ....	69
11.1.2 Análisis de la Demanda. ....	69
11.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	70
12. CAPACIDAD Y BENEFICIARIOS .....	71
12.1 INDICADOR.....	71
13. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	72
13.1 MACROLOCALIZACION MAPACHICO .....	72
14. LA VICTORIA- IPIALES.....	75
15. ESTUDIO AMBIENTAL.....	76
15.1 IDENTIFICACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO .....	77
15.2 IMPACTOS ESPERADOS .....	78
15.3 ANALISIS DE RIESGOS .....	80
CONCLUSIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84

## LISTA DE CUADROS

	<b>pág.</b>
Cuadro 1. Estructura de la Problemática .....	26
Cuadro 2. Matriz análisis de participantes .....	33
Cuadro 3. Matriz análisis de participantes .....	34
Cuadro 4. Corregimiento de Mapachico.....	36
Cuadro 5. Corregimiento de la victoria.....	37
Cuadro 6. Consumo de concentrado al año.....	51
Cuadro 7. Consumo de forraje al año .....	51
Cuadro 8. Prototipos de Biodigestion.....	55
Cuadro 9. Ejemplo 1 .....	56
Cuadro 10. Ejemplo 2 .....	57
Cuadro 11. Ejemplo 3 .....	57
Cuadro 12. Dimensionamiento del biodigestor a escala real.....	62
Cuadro 13. Artículos .....	63
Cuadro 14. Comparación del poder calorifico del GLP con el Biogas .....	63
Cuadro 15. Análisis de la Demanda.....	69
Cuadro 16. Ubicación del Corregimiento de Mapachico. ....	74
Cuadro 17. Análisis de riesgos .....	80
Cuadro 18. Matriz marco lógico .....	82

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Plano de influencias / dependencias indirectas.....	26
Figura 2. Árbol de problemas.....	27
Figura 3. Generación de iniciativas.....	39
Figura 4. Materia orgánica.....	44
Figura 5. Tiempo de permanencia en el biodigestor.....	46
Figura 6. Bolsa de solución Salina.....	52
Figura 7. Botellón de policarbonato.....	53
Figura 8. Biodigestor a los 9 días de la instalación.....	54
Figura 9. Modelo Biodigestor.....	60
Figura 10. Macrolocalización Mapachico.....	72
Figura 11. Mapa del corregimiento de Mapachico.....	73
Figura 12. La Victoria- Ipiales.....	75

## LISTA DE GRAFICAS

**pág.**

Grafica 1. Análisis de la oferta .....	70
--	----

## GLOSARIO

**ACETANOGENESIS:** etapa de la digestión en la cual las bacterias oxidan el ácido propionico y butírico hasta ácido acético e hidrogeno que son los verdaderos substratos metanogenicos.

**BIODIGESTOR:** cámara hermética donde se realiza la fermentación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno (degradación anaeróbica) liberando en éste proceso principalmente gas metano (CH<sub>4</sub>).

**BIOGAS:** gas que se genera naturalmente o por medio de dispositivos específicos como el biodigestor, y que se produce a partir de la fermentación o biodegradación de la materia orgánica.

**BIOMASA:** materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

**COMBUSTIBLE:** cualquier material que es plausible de liberar energía una vez que se oxida de manera violenta y con desprendimiento de calor.

**CONTAMINACIÓN AMBIENTAL:** presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población.

**CUY (*Cavia porcellus*):** especie hibrida domestica de roedor histricomorfo de la familia Cavidae realizado en la región andina de América del Sur, con registros arqueológicos encontrados desde Colombia y Ecuador hasta Perú y Bolivia.

**CUYINAZA:** nombre con el que se denomina a los excrementos de los cuyes que se utilizan para fertilizar los cultivos.

**DESCOMPOSICION:** proceso que lleva a convertir el cuerpo de un organismo viviente en una forma más simple de la materia.

**DESECHOS ORGANICOS:** conjunto de residuos biológicos (material orgánico) producidos por los seres humanos, ganado y otros seres vivos.

**DESTETOS Y LEVANTE:** cuyes recién nacidos que se encuentran en la edad de 0 a 3 meses.

**DIGESTION ANAEROBIA:** proceso biológico en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en productos gaseosos o "biogás" (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, etc.), y el

digestato, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación.

**FERMENTACION:** proceso catabólico, mediante el que se oxida materia orgánica rica en proteínas, produciendo moléculas más pequeñas y generando energía para el organismo que la realiza.

**GASES EFECTO INVERNADERO:** compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la tierra y son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera.

**GAZAPOS:** cuyes jóvenes que se encuentran en una edad entre 3 a 5 meses.

**HIDRÓLISIS:** etapa en la cual los substratos complejos como celulosa, proteínas, lípidos, etc. Son hidrolizados en compuestos solubles azúcares, aminoácidos y grasas por la acción de enzimas extracelulares de las bacterias.

**HOJARASCA:** capa de la superficie del suelo forestal formada por residuos orgánicos inertes de trozos de plantas (por debajo de un cierto diámetro) como hojas, corteza, ramillas, flores, frutos y otras sustancias vegetales.

**MELAZA:** producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar y en menor medida de la remolacha azucarera, obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares.

**PATOGENO:** agente biológico patógeno es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas.

**PROPIEDADES FISICOQUIMICAS:** característica que puede ser estudiada usando los sentidos o algún instrumento específico de medida. Estas se manifiestan básicamente en los procesos físicos como cambios de estado, cambios de temperatura, cambios de presión, etc.

## INTRODUCCION

La inadecuada explotación de los recursos naturales, a causa de las malas prácticas, originadas por la industrialización, el mercado de productos, la sobrepoblación, la cultura del consumismo, generan diversos problemas ambientales, como la deforestación de bosques, la generación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por el transporte, la inadecuada utilización del recurso hídrico, la contaminación del suelo por malas prácticas agrícolas, el manejo inadecuado de los residuos orgánicos, entre otros.

En Nariño existe una alta demanda de cuy por ser el principal plato típico de nuestra región, en la finca Bellavista ubicada en la vereda los Lirios del Corregimiento de Mapachico- Municipio de Pasto, se encuentra varios criaderos de cuy, los cuales son el principal ingreso económico familiar, y satisface la demanda que existe por este animal.

En la finca Bellavista actualmente se tiene una población de 1400 cuyes, y se espera para final de año 2015, una producción total de 3060 ejemplares, actualmente se genera una cantidad de estiércol de 311 kg/día, el cual recibe un inadecuado manejo ya que no se encuentra la separación de la orina del estiércol, lo que conlleva a un gran impacto al recurso hídrico por el aumento de la carga orgánica contaminante; el único manejo que recibe el estiércol es depositarlo en pilas de acopio para posteriormente comercializarlo como abono.

Por esta razón en la búsqueda de la conservación del medio ambiente y la minimización de la problemática ambiental, se incursiona en la investigación de energías renovables basadas en biomasa, como dice Silva<sup>1</sup>, uno de los objetivos principales para el establecimiento de biodigestores es la generación de un gas combustible, que es fundamentalmente metano (CH<sub>4</sub>), que puede emplearse como energía y un residuo que puede ser utilizado como un fertilizante de alta calidad.

El aprovechamiento de biogás, brindara la oportunidad para que estos residuos sean utilizados en la producción de energía por medio de una digestión anaerobia. (Secretaria de agricultura y desarrollo rural, 2007). “Los residuos de cuy generan un biogás de buena calidad”<sup>2</sup>, con la cualidad de que la energía generada, pueda ser usada en diversos procesos productivos de forma amigable con el medio ambiente.

---

<sup>1</sup> SILVA, Juan Pablo. Tecnologías del Biogás. Cali: Universidad del Valle, 2002. p. 50.

<sup>2</sup> CASTILLO, Daladier y VARGAS, Tito. Obtención de biogás a partir de excremento de cuy en condiciones ambientales en Tacna. Perú: s.n., 2011. p. 70.

Para el estudio de producción de biogás a partir del estiércol de cuy, se implementaron 6 prototipos de biodigestores, en los cuales se establecieron diferentes porcentajes de mezcla óptima de estiércol, nitrógeno (N), fósforo (P), carbono (C) y se fijaron las condiciones ambientales óptimas en cada prototipo de biodigestión para la producción de este biogás, con lo cual se obtuvo como resultado establecer la calidad, y las mejores condiciones para la producción del biogás a partir del estiércol de cuy.

La investigación promueve el desarrollo y la utilización del biogás a partir del estiércol de cuy, como una fuente no convencional de energía renovable, necesaria para un desarrollo económico sostenible, así como también proporciona una correcta disposición a estos residuos, lo cual ayuda a disminuir el impacto generado al ambiente, al disminuir la emisión de gases efecto invernadero, disminuir la carga contaminante al vertimiento, la deforestación extensiva, la transmisión de enfermedades, eliminación de malos olores y la pérdida de nutrientes del suelo además de mejorar las condiciones de saneamiento y calidad de vida.

## **JUSTIFICACIÓN.**

La generación y uso de biogás como fuente de energía renovable, es una opción con garantía de rentabilidad, pues no solo resuelve el problema ambiental al momento de reutilizar la materia orgánica sino que permite a los pobladores de la región que tienen como fuente de ingreso la cría y venta de cuy un ahorro económico al volverse autosustentable en energía calorífica.

La digestión anaeróbica de los residuos y desechos es de interés creciente para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para facilitar un desarrollo sostenible del abastecimiento energético, la producción de biogás ofrece un soporte versátil de las energías renovables, como el metano, el cual se puede utilizar para la sustitución de los combustibles fósiles, tanto en la generación de calor y electricidad, como combustible para vehículos<sup>3</sup>, en este caso se utiliza estiércol de cuy, brindando un adecuado manejo y un mejor aprovechamiento de estos residuos, con lo cual se ofrece una alternativa que trae consigo beneficios al medio ambiente.

Siempre en búsqueda de no dañar el medio ambiente la generación biogás a partir del estiércol del cuy se basa en la demanda actual sobre la necesidad de combustibles ecológicos, denominados biocombustibles, porque estos presentan diversas ventajas, ambientales, energéticas, económicas, con respecto a los combustibles derivados del petróleo.

---

<sup>3</sup> TAHERZADEH, M. Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: a review. USA: International journal of molecular sciences, 2008. p.20.

# **1. MARCO GENERAL DE LA PROPUESTA PARA LOS PROYECTOS A FUENTES DE FINANCIACIÓN DEL ESTADO COLOMBIANO**

## **1.1 METODOLOGÍA**

La Metodología General para Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública – MGA se basa en un orden lógico, que determina la habilitación de los módulos, capítulos y formas de una manera secuencial, la cual está estructurada de acuerdo con las bases teóricas de la Formulación de Proyectos de Inversión. Partiendo de esta base, la MGA cuenta con 4 módulos que corresponden a:

- Identificación del problema.
- Preparación de la alternativa de solución.
- Evaluación de las alternativas.
- Toma de decisiones y Programación del proyecto.

La MGA permite que se puedan generar informes de todo el proyecto incluido el Flujo de Caja, Flujo Económico, Evaluación Financiera y Económico-Social y la ficha EBI, esta última genera un informe resumido del proyecto. Cada módulo contiene cierto número de capítulos los cuales deben ser diligenciados partiendo del primero al último. En algunos módulos se encontraran capítulos opcionales. Cuando se terminan de diligenciar todos los módulos de la Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, esta información contenida en cada proyecto se podrá migrar a los Bancos de Proyectos, ya sea nivel nacional o nivel territorial, sin tener que volver a digitar la información. La MGA puede generar un archivo plano que podrá ser leído y capturado por el SSEPI (Banco de proyectos territorial). Esta Metodología también cuenta con una interface que se comunica con otra instalación de la MGA, el SUIFP- Bpin (Banco de proyecto nacional).

## 2. CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LA POLÍTICA PÚBLICA

El Proyecto busca consolidar métodos de preservación del medio ambiente y la biodiversidad, como condición necesaria para avanzar en el logro de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “TODOS POR UN NUEVO PAÍS” como también en los propósitos del Plan de Desarrollo del Departamento de Nariño 2012-2015 “Nariño mejor”. Se realizará en la región Sur del Departamento de Nariño en los municipios de Pasto e Ipiales

### 2.1 INCIDENCIA EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

El Proyecto se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo “Todos por un nuevo país” 2014- 2018 en el pilar II denominado Equidad dentro de la estrategia transversal número 6 “crecimiento verde” de igual manera incorpora la estrategia regional para establecer las prioridades para la gestión territorial y promover su desarrollo en el sur de Colombia para el “*Desarrollo del campo y conservación ambiental*”, de igual manera se plantea en el

Artículo 164. El Estudio de Impacto Ambiental: “*El Estudio de Impacto Ambiental contendrá información sobre la localización del proyecto, los elementos abióticos, bióticos, y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por la respectiva obra o actividad*”

“*incluirá el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos, así como el plan de manejo ambiental de la obra o actividad*” (Plan Nacional de Desarrollo, 2014-2018:66).

Esta estrategia se califica como envolvente porque el tema ambiental en este Plan no está definido como una preocupación sectorial más, sino como una estrategia para que todos los sectores adopten prácticas verdes de generación de valor agregado, con el fin de que, tal como lo ordena la Constitución, el crecimiento sea económica, social y ambientalmente sostenible.

El Gobierno Nacional, a través del Departamento Nacional de Planeación en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, definirá una política de crecimiento verde de largo plazo en la cual se definan los objetivos y metas de crecimiento económico sostenible. Dentro de sus estrategias se diseñará un programa de promoción de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el fortalecimiento de la competitividad nacional y regional a partir de productos y actividades que contribuyan con el desarrollo sostenible y que aporten al crecimiento verde. La elaboración de una política nacional de lucha contra la deforestación que contendrá un plan de acción dirigido a acabar la pérdida de bosques naturales para el año 2030. Esta política incluirá previsiones para vincular

de manera sustantiva a los sectores que actúan como motores de deforestación, incluyendo las cadenas productivas que aprovechan el bosque y sus derivados.

El uso eficiente del suelo y de los recursos naturales requiere instrumentos que estimulen su aprovechamiento productivo, en especial el de las tierras de vocación agrícola. El diseño de estos instrumentos debe realizarse a partir de información resultante de la identificación de los suelos con capacidad productiva, que permita identificar las condiciones agroecológicas del suelo y la oferta ambiental del territorio. La disponibilidad de información facilita el ordenamiento del suelo rural y provee las herramientas para el diseño de incentivos para su uso eficiente en marco del concepto de crecimiento verde. Este ejercicio debe incorporar metodologías que aseguren la participación activa de los pobladores rurales en los procesos de ordenamiento y conducir a la reconversión de las tierras rurales, especialmente en aquellas zonas en donde se presentan conflictos por sobreexplotación y subutilización. Lo anterior debe además acompañarse de otros mecanismos que se consideren relevantes y efectivos para aumentar el costo de oportunidad de no usar productivamente el suelo rural, entre los que se encuentra el impuesto predial, del cual se desprenderá un estudio de Impacto Ambiental que contendrá información sobre la localización del proyecto, los elementos abióticos, bióticos, y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por la respectiva obra o actividad, para cuya ejecución se pide la licencia, y la evaluación de los impactos que puedan producirse. Además, incluirá el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos, así como el plan de manejo ambiental de la obra o actividad.

## **2.2 INCIDENCIA EN EL PLAN DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO**

El presente proyecto se enmarca dentro del programa No. 1 “SOSTENIBILIDAD DE LA BIODIVERSIDAD Y DE LOS RECURSOS NATURALES MIRADA ESTRATEGICA” el cual hace alusión al eje estratégico 3.3 “Nariño Sostenible “del Plan Departamental de Desarrollo “Nariño Mejor” 2012-2015, Apoyadas en iniciativas para la construcción de cultura ambiental con énfasis en el enfoque de desarrollo humano sostenible y está dentro del subprograma de “PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD Y DE LOS RECURSOS NATURALES” para la generación de actividades de gestión ambiental urbana y rural en el Departamento: “Promovida la conservación y restauración de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos” (Plan de desarrollo Departamental “Nariño Mejor”, 2012-2015: 166)

El proyecto se enmarca se enmarca dentro del eje estratégico “Nariño Sostenible” Este eje estratégico orienta las políticas del departamento en materia de conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales, para alcanzar un desarrollo que ofrezca a las generaciones por venir, las mismas posibilidades de satisfacer las necesidades que valoran los que actualmente

habitan este territorio. En este sentido, mirada estratégica en materia de sostenibilidad considera que “Los recursos naturales no son una herencia de nuestros padres, sino un préstamo de nuestros hijos” (Santuario de Fauna y Flora de la Cocha).

El Departamento, en su conjunto, posee una enorme riqueza de recursos naturales, que hay que potenciar, por ello se promoverá la conservación y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en cada una de las subregiones del departamento, privilegiando los espacios públicos de conservación. Además se apoyará en las que sea pertinente, acciones de fortalecimiento del sistema de parques nacionales, del sistema departamental de áreas protegidas y de la red de reservas naturales y promoverán investigaciones relacionadas con el conocimiento, usos y potencialidades de la biodiversidad y los recursos naturales. En muchas ocasiones el deterioro del medio ambiente tiene sus orígenes en las desigualdades sociales, la pobreza y el bajo nivel de cultura ambiental de los que ocupan o usan el territorio, desconociendo la riqueza, complejidad y fragilidad de su equilibrio. Por ello, cuando esto se presente, la sociedad y los gobiernos deben ofrecer caminos de alternativas de vida para quienes derivan su sustento de la explotación de recursos naturales. En esa línea se reconocerán las prácticas productivas ancestrales de los pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes, y pequeños campesinos que han generado condiciones para que la oferta de servicios ambientales del departamento siga siendo vasta y diversa. Se gestionará la retribución por el uso racional y preservación de los recursos naturales, a la vez que se impulsará el aprovechamiento racional de los mismos, a través de la producción de energética hidroeléctrica y geotérmica. Se promoverá el ecoturismo para la generación de ingresos de las personas que habitan sistemas ecológicos estratégicos con oferta de turismo ambiental.

La educación ambiental estará orientada a generar cambios culturales que son lesivos al medio ambiente y por ende a la calidad de vida de la población. Se harán esfuerzos importantes en posicionar este tema para incidir en los procesos ambientales urbanos y rurales que demanden cambios de hábitos y prácticas que atenten contra el medio ambiente. De esta forma, se fortalecerán los procesos de educación ambiental a nivel de la ciudadanía y la población escolar, de tal forma que incidan desde la primera infancia. También se estimularán los procesos de cultura del reciclaje en zonas rurales y urbanas de las distintas subregiones del Departamento. Existe en el departamento, y en cada una de sus subregiones un acervo de instituciones estatales y de la sociedad civil que trabajan en distintos campos de la conservación, preservación y uso sostenible de los recursos naturales del departamento. Su trabajo será potenciado, a través de la articulación de esfuerzos financieros y de gestión que generen un impacto mayor para la sociedad que el que harían si sus esfuerzos siguen aislados. También se promoverá la coordinación interinstitucional, especialmente con Corponariño y ONG's ambientales, pueblos indígenas y organizaciones campesinas y

afrodescendientes para adelantar acciones de protección de los ecosistemas estratégicos.

### **2.3 INCIDENCIA EN EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO**

MUNICIPIO *IPIALES* Plan de desarrollo: “TODOS POR IPIALES”.Eje Estratégico #2 “SANEAMIENTO BÁSICO Y AMBIENTAL - GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS” Programa: “Aprovechamiento De Los Residuos Sólidos Orgánicos”. Descripción del programa: Articulación de una estrategia a largo plazo para el manejo de residuos, que en lo posible se enmarque en la implementación de los PDA II. “Establecer soluciones regionales de disposición final articulados a los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y los Planes de Ordenamiento Territorial- POT”. Además, “Políticas de consumo y producción sostenible que reduzcan la generación de residuos y su impacto en el ambiente...” “Todos por Ipiales”, 2012-2015: 103)

La construcción de la segunda etapa del relleno sanitario regional La Victoria en conjunto con el plan de cierre del mismo, la adquisición y construcción de nuevas tecnologías para el control de la contaminación (planta de tratamiento de lixiviados), permitirá un 100% de disposición final de los residuos inutilizables, un 70% en aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos y la garantía de generar un ambiente saludable en medio de la actividad industrial, estas son metas para el año 2015. Sin embargo, el manejo continuo y técnico del relleno sanitario requiere la cooperación de países vecinos y municipios de la Ex provincia de Obando para conformar un mejor sistema de disposición final, esto se logrará a través del proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL LA VICTORIA”, y la optimización del proyecto “PLAN BINACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS” el cual se encuentra financiado por la Comunidad Andina de Naciones, a través del municipio de Tulcán (Ecuador) y el municipio de Ipiales (Colombia).

MUNICIPIO *PASTO*: Plan de desarrollo: “PASTO TRANSFORMACION PRODUCTIVA”. Cap.1 Eje estratégico “MEDIO AMBIENTE, EL PROBLEMA AMBIENTAL Y LA GESTION INTEGRAL DEL RIESGO” Estrategia para la protección del medio ambiente y la gestión Integral del riesgo. Programa Art 18: “Manejo integral de residuos sólidos”. Garantizar la conservación de la integridad socio ecosistémica a través del manejo de los recursos naturales y las oportunidades que se ofrecen para las actividades productivas sostenibles, en concordancia con los principios establecidos en los planes Nacional y Departamental de Desarrollo, mediante un modelo de desarrollo basado en la integración equilibrada y sostenible entre los sistemas naturales y el sistema humano, incrementando la conciencia, apreciación y entendimiento del patrimonio natural en la población, que infiere en propende Mejorar el uso, manejo, protección

y conservación de los recursos naturales a través de actuaciones tendientes al desarrollo humano sostenible. “Pasto Transformación Productiva” (2012-2015:09)

En lo relacionado con el conflicto en el uso del suelo, el desconocimiento del uso potencial del suelo y la aptitud ha conllevado a prácticas agrícolas insostenibles además de la falta de políticas alternativas, sustentables y rentables que posibiliten actitudes favorables hacia el ambiente; están provocando un acelerado deterioro de los suelos y por lo tanto, inseguridad alimentaria. Estos hechos conllevan disturbios ambientales a los ecosistemas y a los Humedales, y como tal, son generadores de cambios en los atributos físicos, químicos y biológicos de los suelos. Los agricultores han sometido los suelos a una mayor explotación de la capacidad de su propia recuperación haciendo de estos ecosistemas menos recuperables al no considerar su real potencialidad, y conocer su comportamiento natural, por tanto se originan los conflictos de uso por sobre uso, es decir cuando se está excediendo la oferta, siendo mayores las exigencias.

### 3. RESUMEN DE LA PROPUESTA

#### 3.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El biogás se genera por la descomposición de la materia orgánica en ausencia del aire, contiene metano ( $\text{CH}_4$ ), componente principal del gas natural, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y pequeñas trazas de otros compuestos orgánicos, algunos de los cuales generan malos olores. En los criaderos de cuy existe la acumulación de estiércol que es una problemática ambiental ya que además de generar malos olores contamina potencialmente el suelo al ser usado directamente sin procesar. (UNIVERSIDAD DE WISCONSIN, 2008)

“Los residuos de cuy son destinados como fertilizantes naturales gracias a que poseen gran cantidad de materia orgánica de residuo por la propia alimentación del animal, los residuos del cuy se generan de manera exponencial, contaminando el medio ambiente por el alto contenido de nitrógeno (N) en su estructura, por lo que este elemento en estado natural con el ambiente produce amoníaco ( $\text{NH}_3$ )”.<sup>4</sup>

Descripción de situación actual y formulación del problema. El cuy es considerado el principal plato típico de Nariño y su consumo es masivo en la ciudad de Pasto, para la mayoría de las familias nariñenses del sector rural, la crianza del cuy se ha establecido en un proceso de producción a pequeña escala generalmente familiar, mediante la cual adquieren sus ingresos económicos por lo que en la mayoría de las casas de campo, especialmente en el clima frío, tienen un galpón destinado a la producción del cuy. (Conociendo Nariño, 2015)

En el tiempo de crianza del cuy, existe una considerable generación de cantidad de residuos orgánicos, los cuales son llamados cuyinaza, estos residuos son considerados un problema de salud pública y contaminación ambiental ya que no se manipulan adecuadamente, y se tiene desconocimiento de su aprovechamiento para la generación de biogás como una alternativa de energía limpia.

En la finca Bellavista donde se realiza la investigación existe una producción considerable de estiércol de cuy, el actual manejo que reciben estos residuos no es el adecuado, ya que el único manejo que se brinda al estiércol es acumularlo llevándolo a un lugar de acopio, donde posteriormente es comercializado como abono, además no se encuentra la separación de la orina del estiércol, lo que trae consigo un gran impacto al recurso hídrico por el aumento de la carga orgánica contaminante.

---

<sup>4</sup> LOZADA JEREZ, José Alejandro. Obtención de biogás en base a mezclas de gallinaza con residuos orgánicos de cerdo y cuy. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013. p.30.

Así también la corporación autónoma de Nariño (CORPONARIÑO) se ha recibido más de 40 quejas desde el 1 de enero de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2013 denunciando la deforestación de bosques, en varias veredas de este corregimiento, ya que la comunidad realiza esta práctica para usar este recurso como fuente de energía para la cocción de alimentos.<sup>5</sup>

Se ha planteado así la siguiente pregunta de investigación

¿Cuál es la calidad y poder calorífico del biogás que puede generar el estiércol del cuy en las fincas de los Corregimientos de Mapachico, Municipio de Pasto –y la Victoria en el Municipio de Ipiales Nariño?

### **3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

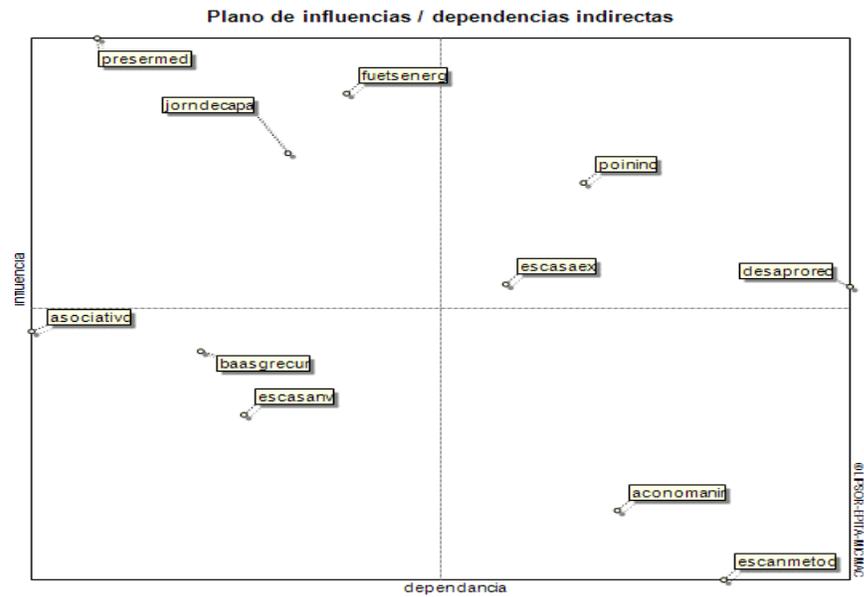
La investigación promueve el desarrollo y la utilización del biogás a partir del estiércol de cuy, como una fuente no convencional de energía renovable, necesaria para un desarrollo económico sostenible, así como también proporciona una correcta disposición a estos residuos, lo cual ayuda a disminuir el impacto generado al ambiente, al disminuir la emisión de gases efecto invernadero, disminuir la carga contaminante al vertimiento, la deforestación extensiva, la transmisión de enfermedades, eliminación de malos olores y la pérdida de nutrientes del suelo además de mejorar las condiciones de saneamiento y calidad de vida.

---

<sup>5</sup> CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, Consultas en línea, peticiones, quejas y reclamos. [en línea] [citado 2015-03-22] Disponible en internet: <http://corponarino.gov.co/modules/informacionciudadano/>

### 3.2.1 Análisis Estructural de la Problemática

Figura 1. Plano de influencias / dependencias indirectas



Fuente: esta investigación

Cuadro 1. Estructura de la Problemática

	1 : baasgrecur	2 : escasaex	3 : asociativd	4 : desaprorec	5 : escanmetod	6 : fuetsenerg	7 : jorndecapa	8 : presermedi	9 : aconomanir	10 : poinino	11 : escasanv
1 : baasgrecur	0	1	0	1	0	0	3	0	1	0	2
2 : escasaex	0	0	0	3	3	1	0	0	3	2	0
3 : asociativd	0	1	0	0	0	3	0	0	0	2	1
4 : desaprorec	0	2	0	0	3	2	0	0	0	3	0
5 : escanmetod	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
6 : fuetsenerg	0	3	1	1	3	0	0	2	2	3	0
7 : jorndecapa	0	3	0	2	0	2	0	1	3	1	0
8 : presermedi	0	0	0	3	1	3	3	0	1	2	0
9 : aconomanir	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0
10 : poinino	2	0	0	3	1	0	3	0	2	0	2
11 : escasanv	0	2	0	2	1	0	0	0	2	1	0

© LPSOR-EPTA-MICMAC

Fuente: esta investigación

**Figura 2. Árbol de problemas**



Fuente: esta investigación

Problema Central: Pocas iniciativas de innovación en sostenibilidad

Causas que genera el problema

Causa Directa 1: Escasa experiencia en la generación de fuentes de energía renovable.

Causa Directa 2: Desconocimiento en el aprovechamiento de residuos solidos

Causa Indirecta 1: Ausencia de conocimiento en la manipulación de residuos orgánicos

Causa Indirecta 2: Escasa implementación de métodos para la disposición final de residuos

Efectos que genera el problema

Efecto Directo 1: Poco interés en la preservación del medio ambiente

Efecto Indirecto 1: Escaso interés de los habitantes en la búsqueda de fuentes de energía alternativa renovable

Efecto Directo 2: Carentes jornadas de capacitación para el aprovechamiento de residuos orgánicos

Se establecen dos causas directas en relación con la problemática central, 1) La escasa experiencia en la generación de fuentes de energía renovable.; 2) Desconocimiento en el aprovechamiento de residuos sólidos.

Así mismo se enmarcan las causas indirectas relacionadas con la causa principal. Por ejemplo La ausencia de conocimiento en la manipulación de residuos orgánicos y La escasa implementación de métodos para la disposición final de residuos.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los Residuos sólidos que se originan de la actividad doméstica en la crianza de cuyes y su disposición final es un reto para corregimientos de mapachico en el municipio de Pasto junto al corregimiento de la Victoria municipio de Ipiales ya que se ha generado un problema ambiental radicado en la contaminación de sus suelos y recursos hídricos que influyen en el deterioro producción agrícola y cultivos de pan coger, situación producto del mal manejo de desechos debido de la crianza de cuyes.

En Nariño existe una alta demanda de cuy por ser el principal plato típico de la región, en el Corregimiento de Mapachico (Pasto) y La Victoria (Ipiales) se encuentra varios galpones dedicados a la crianza del cuy (*Cavia porcellus*).

Actualmente una finca promedio cuenta con 1400 ejemplares que genera una cantidad de estiércol de 311 kg/día, por lo que en las 20 fincas objeto de estudio se generan cerca de 6,22 Ton de residuos que reciben un inadecuado manejo, pues no son objeto de ningún método de separación entre orina y estiércol, lo que conlleva a un gran impacto en el suelo así como al recurso hídrico por el aumento de la carga orgánica contaminante tomando en cuenta niveles de fosforo elevados siendo estos nocivos para el suelo y la concentración de urea y ácido úrico que se filtran en fuentes hídricas cercanas; el único manejo que recibe el estiércol es depositarlo en pilas de acopio donde posteriormente una fracción es comercializada como abono para las distintas actividades agrícolas y la fracción restante resulta expuesta a la espera del proceso de descomposición, práctica que resulta siendo contaminante debido al alto contenido de nitrógeno (N) en su estructura, por lo que este elemento en estado natural con el ambiente produce amoníaco (NH<sub>3</sub>), nocivo para el suelo. La escasa atención de los entes gubernamentales de la región para dar solución a este problema ha sido nulo, pues no existe un lugar habilitado para tratar los residuos de esta actividad o iniciativas de sostenibilidad que se ocupen del excedente de la actividad y que a su vez contribuyan a la conservación del medio ambiente.

#### **3.1 MARCO REFERENCIAL DE LA PROBLEMÁTICA**

Problemas como la deforestación en el municipio de Ipiales y Pasto se presenta debido a la tala indiscriminada del bosque, quemas, ampliación de la frontera agrícola, mal manejo en el uso del suelo, colonización y predominio del minifundio, características generales de esta región. Todo lo anterior ha originado el deterioro progresivo del recurso hídrico, llevando a la población a padecer de continuos racionamientos. La deforestación en el espacio geográfico de estos municipios se presenta de una forma irregular por la razón de que mientras existen áreas totalmente deforestadas, hay bosques parcialmente intervenidos o aún no

intervenidos. El altiplano de Ipiales y los sectores aledaños a la ciudad de Pasto que según la clasificación de Holdrige corresponden al bosque seco montano bajo (bs-MB), es el área de mayor deforestación en estos municipios, puesto que el clima es relativamente suave y los suelos son muy productivos, permitiendo una agricultura intensiva de papa, maíz, trigo, cebolla, legumbres y hortalizas.

En estos bosques la tala y la quema es bastante notoria, ocasionado erosión. El bosque nativo del páramo está interviniéndose para ser reemplazado por cultivos de papa, y pastos para el ganado, sus suelos no son aptos para la agricultura por el grado de acidez que presenta; por lo tanto es conveniente preservarlos, pues, en estas zonas se originan las fuentes hídricas de importancia. En la actualidad la contaminación, la presencia de humo, gases y vapores tóxicos en la atmósfera o en el agua, así como la de polvos y gérmenes microbianos procedentes de los residuos de la actividad humana es frecuente en los ecosistemas entre ellas actividades de ganadería, porcicultura entre otros.

El problema de la contaminación se plantea en la actualidad de modo más agudo que en las épocas anteriores, porque gran parte de los desechos tienen origen inorgánico y no son atacados por las bacterias desintegradoras. El empeño en encontrar una solución presenta dificultades por el incremento demográfico y por el desarrollo industrial. La contaminación de las fuentes hídricas se presenta como uno de los problemas más graves de la región; el río Guáitara y el río Pasto presentan el mayor índice de contaminación con relación al resto de corrientes de agua del departamento, los principales agentes contaminantes tanto sólidos y líquidos que a lo largo del cañón del río se vierten, desmejoran notablemente la calidad del agua, especialmente las basuras tanto de sectores urbanos como rurales y las aguas negras de los alcantarillados no solamente de Ipiales y el municipio de Pasto, sino también de Tulcán capital de la provincia del Carchi y de los municipios vecinos.

La pérdida o arrastre del suelo por acción de agentes físico naturales y antrópicos es frecuente en estos municipios la fuerza de gravedad, el agua, el viento, la vegetación, los suelos, la fauna, el relieve, las rocas, las lluvias y el hombre son agentes y/o factores que causan, frenan o aceleran la erosión. La gravedad es el agente erosivo, hace que los cuerpos o partículas caigan; el agua se constituye en el agente más dinámico y efectivo en el modelado del relieve, puesto que como disolvente provoca la desintegración físico-química y el arrastre mecánico de las partículas muebles. La acción del viento contribuye a la desintegración de partículas disueltas convirtiéndose en otro agente erosivo en la región. Los factores de erosión son los componentes que frenan o aceleran la acción de los agentes sobre el suelo, existen factores bióticos como la vegetación, los suelos y la fauna; factores abióticos como el relieve, el tipo de rocas y las lluvias; factores antrópicos que son todas las acciones humanas que ocasionan el mejoramiento o destrucción de los medios naturales para su subsistencia y desarrollo.

- El 79.4% de las fuentes hídricas del Rio Pasto presentan contaminación bacteriológica por Coliformes totales y el 54.3%, de los acueductos monitoreados por escherchiacoli.
- Pérdida en los últimos 34 años de 23.500 hectáreas de bosque natural, e el Sur Occidente de Colombia.
- Existe un déficit en el suministro de agua en un 14% de la población colombiana, siendo la primera causa la ausencia de fuentes potables que en su mayoría por la acción del hombre están altamente contaminadas.
- En Colombia los principales sectores productores de residuos sólidos son en su orden: el sector pecuario, el sector agrícola, el sector doméstico y el sector industrial. De acuerdo con esto, la mayor cantidad de residuos sólidos, se produce en las zonas rurales. Según el Ideam, para 1996 se habían producido aproximadamente 171.076 Kt de residuos sólidos; la producción pecuaria aportó el 89%, la agrícola el 5%, el sector doméstico el 3% y la actividad industrial el 3%.
- En Colombia el 69% de la superficie continental es de aptitud forestal, pero tan solo el 46,6% de esa área está cubierta por bosques. A partir de algunos estudios se estima que en Colombia se talan aproximadamente 600 mil hectáreas de bosque por año.
- Alrededor de 6000 familias son afectadas por la contaminación de las fuentes hídricas en el departamento de Nariño.
- De las 25.000 toneladas generadas en el país, el 92.8% tiene una disposición final en relleno sanitario mientras que el 7,16% restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto, en cuerpos de agua, mediante quemas o enterradas en condiciones inadecuadas.
- Las principales causas de la deforestación, según el Ministerio de Minas y
- Energía fueron la expansión de la frontera agropecuaria y la colonización (73,3%)

**3.1.1 Análisis de los Participantes del Proyecto.** Los participantes del proyecto actuaran como entes dinamizadores que intervendrán en las distintas actividades que comprenden la realización de los objetivos así como los actores que serán favorecidos y a su vez que se les concede la facultad de determinar el éxito o el fracaso del proyecto.

El Proyecto busca generar sostenibilidad en las regiones que han sido afectadas por los efectos colaterales de la actividad agrícola, buscando consolidar la participación de actores cuyos intereses destaquen un bien común para la región.

Los participantes dentro del marco de este proyecto, serán en primera instancia los habitantes de los corregimientos de Mapachico en el Municipio de Pasto y La Victoria en el Municipio de Ipiales y en segunda instancia se encuentran los encargados de las unidades productivas dedicadas a la crianza y comercialización del cuy de los 2 corregimientos de Mapachico y la Victoria, la gobernación como ente territorial comprometido a la preservación de los recursos naturales de la región y el DNP como promotor del desarrollo sostenible rural, social que participan de forma positiva y proactiva sobre la región.

#### 4. MATRIZ ANÁLISIS DE PARTICIPANTES

**Cuadro 2. Matriz análisis de participantes**

ACTORES	TIPO DE ENTIDAD				ROLES DE LOS ACTORES	EXPECTATIVAS FRENTE AL PROYECTO	PROBLEMAS PERCIBIDOS	TIPO DE ACTITUD		
	PUB	PRIV	ONG	OC				+	-	I
Gobernación de Nariño	X				Financiadores.	<p>Preservación y uso racional de los recursos naturales, como un imperativo ético con todas las formas de vida y las generaciones futuras</p> <p>Generación de desarrollo sostenible por medio de iniciativas que permitan integrar los objetivos de milenio en Colombia</p> <p>Apreciación del respeto histórico por las particularidades de la diversidad del territorio nariñense integrando infraestructura con tecnología amigable con el entorno</p> <p>Proveer de soluciones eficientes en la solución de problemas de saneamiento básico.</p>	Escaso control en las actividades agrícolas y productivas que implique el uso del suelo o del recurso.	X		
Alcaldías de los Municipios de San Juan de Pasto e Ipiales	X				Financiadores.	<p>Posicionar a los Municipios del departamento como principales territorios integrales auto sostenibles.</p> <p>Rediseñar los procesos de las actividades productivas para incorporar gestión integral residuos</p> <p>Generación de bienestar entre los habitantes de Mapachico y La Victoria.</p>	<p>Escasos recursos a nivel nacional para saneamiento básico y recuperación de la biodiversidad</p> <p>Actividades productivas sin enfoque sostenible</p> <p>Escasas jornadas de capacitación y participación.</p>	X		
Departamento Nacional de Planeación DNP	X				Cooperante	<p>Propender por un desarrollo sostenible que garantice el bienestar económico y social de la población en el largo plazo, asegurando que la base de los recursos provea los bienes y servicios ambientales que el país</p>	<p>Desarticulación de los actores</p> <p>Escasa inversión en Actividades de descontaminación</p> <p>Escasa inversión en el desarrollo de alternativas sostenibles para el campo</p>	X		

Cuadro 2. (Continuación).

						necesita y el ambiente natural sea capaz de recuperarse ante los impactos de las actividades Productivas.	Pocas herramientas que permitan el aprovechamiento de residuos solidos			
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	X				Cooperante	Le apunta a decisiones claves para la implementación, de proyectos específicos, y exige la participación formal, oportuna y suficiente de los tomadores de decisiones.	Escasa formación para participar de la áreas como los mercados verdes	X		

Fuente: esta investigación

Cuadro 3. Matriz análisis de participantes

ACTORES	TIPO DE ENTIDAD				ROLES DE LOS ACTORES	EXPECTATIVAS FRENTE AL PROYECTO	PROBLEMAS PERCIBIDOS	TIPO DE ACTITUD		
	PUB	PRIV	ONG	OC				+	-	I
CorpoNariño	X				Cooperante	Determinar lineamientos para la ejecución de planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables Mejorar la calidad de vida de los productores como de las personas que dependen de esta cadena productiva. Generará parámetros de seguimiento y soporte técnico y en gestión ambiental a las iniciativas sostenibles	Escasa participación en los procesos de continuidad en proyectos se sustentabilidad ambiental y producción limpia.	X		
Habitantes en los Municipios de Mapachico (Pasto) y La Victoria (Ipilae)		X			Beneficiario	Gozar de un ambiente libre de residuos contaminantes. Suelos fértiles y recurso hídrico limpio y potable. Suministro de Biogas como alternativa sostenible reemplazando al gas propano	Escasa formación en el manejo de residuos orgánicos Baja asociatividad entre Los productores de Cuy	X		

Fuente: esta investigación

## **5. POBLACIÓN AFECTADA Y OBJETIVO**

El Corregimiento de Mapachico, se encuentra ubicado en el Departamento de Nariño al sur del País a 7 km de la ciudad de Pasto, en las faldas del Volcán Galeras, a 6 km de distancia del cráter principal, por esta, Su temperatura es de 10°C, su altura es de 2900 m.s.n.m., posee 11 veredas.

El espacio ecológico del corregimiento de Mapachico se han alterado ante la presión irracional del recurso bosque para atender la demanda de madera en la construcción de viviendas, puentes, edificaciones de carácter administrativo, leña y madera para el consumo han afectado el entorno paisajístico. La destrucción del bosque, los procesos de erosión, el agotamiento de los suelos, la contaminación agrícola e industrial, la acumulación de desechos y la disminución de las fuentes de agua son factores que debido a la intervención humana han contribuido a la destrucción del medio ambiente y han afectado elementos paisajísticos del lugar, con lo cual se desequilibran las relaciones éntrela sociedad y la naturaleza.

La Victoria está ubicado a 1:h. 17 min de Ipiales en zonas de bosques sin explotar tiene un clima templado-húmedo con un área de 105.736 Has, que corresponden al 64.55% del territorio rural, cuenta con 18 acueductos de las cuales son usuarios 1.477 familias, el corregimiento acapara entre sus sectores altos grados de contaminación no solo por la actividad de crianza de cuyes y ganado, sino por la práctica de arrojar a campo abierto todos los residuos producidos por el centro poblado de La Victoria, siendo el medio propicio para la proliferación de vectores de enfermedades.

La falta de medios para contrarrestar esta problemática por la falta de implementación de plantas de reciclaje de material no biodegradable a nivel corregimental, ha generado malestar entre los habitantes ya que el material orgánico es degradado a campo abierto o usado como alimento para especies menores, situación muy común en casi todas las unidades productivas familiares. Las propuestas de solución a los demás factores, se han planteado dentro del componente urbano.

### **5.1 MAGNITUD DEL PROBLEMA**

Al menos un 80 % de la “cuyinasa” residuo producto de la crianza y comercialización del cuy en las veredas de Mapachico municipio de Pasto y La Victoria municipio de Ipiales no recibe ningún tratamiento generando problemas ambientales por la alta carga orgánica que la misma representa como la contaminación del recurso hídrico y el suelo además del generación de gases efecto invernadero.

Objetivo: Residuos producto de la crianza y comercialización del cuy en las veredas de Mapachico municipio de Pasto y La Victoria son transformados en materia prima para la generación de Biogas como energía alternativa renovable.

Meta: por lo menos el 75% de residuo producto de la crianza y comercialización del cuy en las veredas de Mapachico municipio de Pasto y La Victoria municipio de Ipiales se convierte en materia prima para la generación de Biogas que sirve de suministro de energía alternativa renovable para la comunidad.

## 5.2 POBLACIÓN OBJETIVO

Dentro del esquema de los parámetros por los cuales se calculó el nivel de afectados entre estos 2 corregimientos, se hace referencia a aquellos espacios próximos a las 20 unidades productivas las cuales se las considera un marco referencial para establecer un perímetro de 5 viviendas por unidad productiva que sería repartidas de la siguiente manera:

**Cuadro 4. Corregimiento de Mapachico**

VEREDA	TOTAL FINCAS BENEFICIADAS	TOTAL FAMILIAS BENEFICIADAS	TOTAL POBLACION BENEFICIADA
VILLA MARIA	2	10	25
SAN FRANCISCO	2	10	25
LOS LIRIOS	2	10	25
SAN CAYETANO	2	10	25

Fuente: esta investigación

### Cuadro 5. Corregimiento de la victoria

VEREDA	TOTAL FINCAS BENEFICIADAS	TOTAL FAMILIAS BENEFICIADAS	TOTAL POBLACION BENEFICIADA
EL CULTUN	2	10	25
VILLAMORENO	2	10	25
EL SALADO	2	10	25
SAN JOSE ALTO	2	10	25
SAN JORGE	2	10	25

Fuente: esta investigación

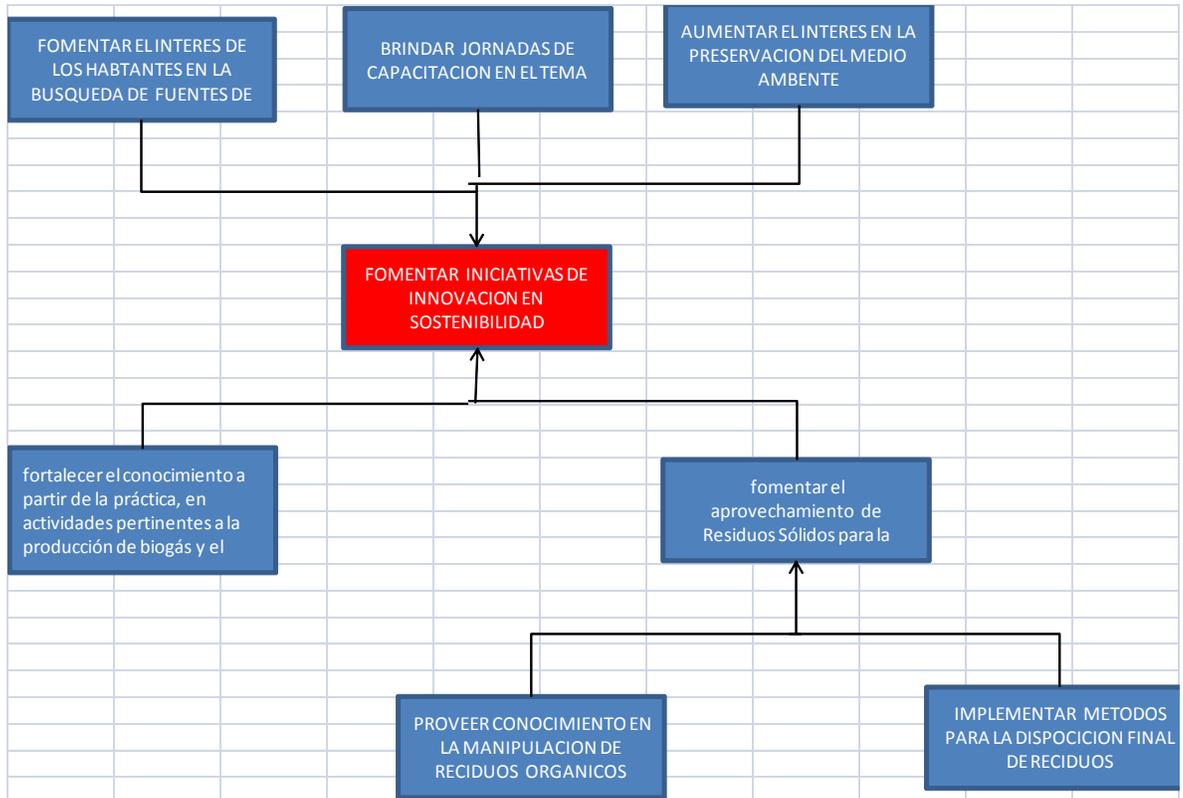
Las condiciones para la anterior clasificación se basan en la capacidad de cada unidad productiva para generar residuos orgánicos y que los mismos sirvan como combustible para el funcionamiento un biodigestor en cada vivienda. En cada corregimiento se va a recolectar la “cuyinasa” de las respectivas unidades productivas, cada unidad productiva dará abasto para el suministro de Biogas de 5 Biodigestores ubicados en 5 viviendas. Será un total de 20 unidades productivas que abastecerá en ambos corregimientos a un total de 100 casas.

## **6. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **6.1 GENERACIÓN DE INICIATIVAS DE INNOVACIÓN EN SOSTENIBILIDAD**

La generación de iniciativas empieza con proyectos enfocados al desarrollo sostenible en las comunidades rurales donde los problemas de contaminación existe, donde no solo se va a erradicar el problema de encontrar un entorno con impactos causados por el asentamiento del hombre, sino se va a encontrar la forma de transformar el problema en solución, es decir no solo erradicar la contaminación sino hacer del problema algo que nos pueda beneficiar a todos, entonces el concepto de alternativas medioambientales eficientes como la obtención de Biogas resulta atractiva y beneficiosa. Se le llama iniciativa porque no se espera implementar grandes proyectos con temas que son relativamente nuevos, se los consideraría no viables al no tener un antecedentes de éxito que lo preceda, por lo que la iniciativa solo se enfoca en 2 corregimientos, al tener resultados positivos el tema de

**Figura 3. Generación de iniciativas**



Fuente: esta investigación

Sostenibilidad tendrá un caso de éxito en el cual sustentar futuros proyectos que se enfoquen en espacios similares de mayor proporción.

## 7. PREPARACIÓN DEL PROYECTO

### 7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**7.1.1 Objetivo Especifico #1.** Fortalecer el conocimiento a partir de la práctica, en actividades pertinentes a la producción de biogás y el desarrollo sostenible.

**7.1.2. Objetivo Especifico #2.** Fomentar el aprovechamiento de Residuos Sólidos para la generación de biogás

## 8. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA ALTERNATIVA DEL PROYECTO

La energía renovable es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, la biomasa y los biocarburantes.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

Por otra parte, el empleo de las fuentes de energía actuales tales como el petróleo, gas natural o carbón acarrea consigo problemas como la progresiva contaminación, o el aumento de los gases invernadero, es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, son limitadas y, como cualquier otro recurso natural tienen un potencial máximo de explotación, lo que no quiere decir que se puedan agotar. Por tanto, incluso aunque se pueda realizar una transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con el modelo económico actual basado en el crecimiento perpetuo. Por ello ha surgido el concepto de Desarrollo sostenible.

Por su gran cantidad de ríos, Colombia enfoca sus esfuerzos en la generación de energía renovable con la construcción de plantas hidroeléctricas, y en segundo lugar los combustibles fósiles, cuyas reservas se están agotando rápidamente. El país tiene 28,1 megavatios de capacidad instalada en energía renovable (excluyendo a las centrales hidroeléctricas), consistente principalmente en energía eólica. El país tiene varios recursos energéticos aún sin explorar como la energía solar, eólica, y centrales mini hidráulicas. A nivel nacional la generación de Biogas a partir de la manipulación de desechos orgánicos ha tenido influencia en la necesidad de producir fuentes de energía renovable donde el suministro de energía convencional es defectuosa, principalmente en zonas donde la actividad ganadera es intensiva y se genera una cantidad exponencial de heno, el cual busca ser transformado en combustible a través de la codigestión anaeróbica de la mezcla homogeneizada correspondiente a la fracción de los residuos cítricos y estiércol de ganado bovino en proporciones másicas específicas, para su utilización como fuente de energía renovable implementando un Biodigestor de desechos orgánicos.

Biodigestor: Es un digestor de desechos orgánicos en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales, desechos vegetales- etc) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

Los Biodigestores son una representación artificial de lo que ocurre de forma natural cuando residuos orgánicos resultado de la degradación fósil pasan por un procesos de digestión anaerobia que no es más que el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de Oxígeno.

La generación excesiva de residuos orgánicos producto de la actividad doméstica en la crianza y comercialización de cuyes y su manejo como desecho se ha convertido además de un problema ambiental en un reto para los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y el corregimiento de la Victoria municipio de Ipiales ya que se ha generado una situación preocupante que influye en la contaminación de los suelos y recursos hídricos que hacen parte del entorno y afectan directamente la producción agrícola, situación producto del mal manejo de desechos debido de la crianza de cuyes. La crianza y comercialización del Cuy (*Cavia porcellus*) se ha convertido en una actividad productiva frecuente en las zonas rurales, en Ipiales se identificaron 100 productores y en los sectores rurales de la ciudad de Pasto cerca de 324 unidades productiva reconocidas, debido a la gran demanda como plato típico de la región pues su consumo abarca el 45% de la población del departamento que se estima en 1'747.711, o sea un mercado de 786.469 consumidores.

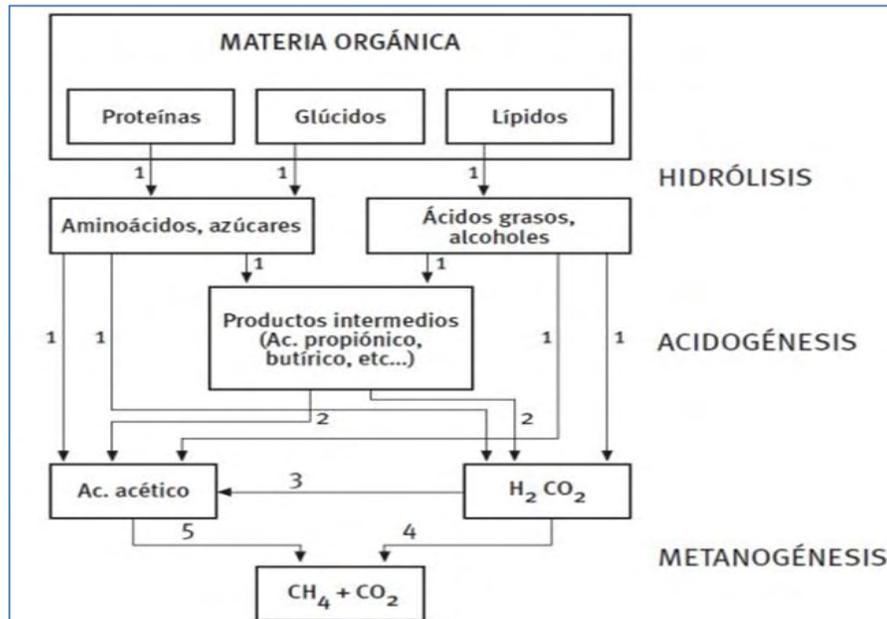
En la actualidad una unidad productiva promedio cuenta con 1400 ejemplares que genera una cantidad de estiércol de 311 kg/día, en las 2 localizaciones objeto de estudio se identificaron 20 unidades productivas que generan cerca de 6,22 Ton de residuos que reciben un inadecuado manejo si bien un 15% de este residuo orgánico se usa como abono en cultivos agrícolas un 85% restante es apilado en sacas a la espera de su descomposición ya que la falta de un relleno sanitario deja al productor sin muchas alternativas para disponer de estos residuos, al no ser objeto de métodos de separación entre orina y estiércol esta práctica ocasiona un impacto en el suelo así como al recurso hídrico por el aumento de la carga orgánica contaminante, tomando en cuenta los elevados niveles de fosforo siendo estos nocivos para el suelo además de la concentración de urea y ácido úrico que se filtran en fuentes hídricas cercanas. La descomposición de estos agentes orgánicos expuestos a la intemperie resulta siendo contaminante debido al alto contenido de nitrógeno (N) en su estructura, por lo que este elemento en estado natural con el ambiente produce amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), nocivo para el suelo además de incorporar agentes generadores de gases

efecto invernadero .La escasa atención de los entes gubernamentales de la región para dar solución a este problema ha sido nulo, pues no existe un lugar habilitado para tratar los residuos de esta actividad o iniciativas de sostenibilidad que se ocupen del excedente de la actividad que generen beneficios y que a su vez contribuyan a la conservación del medio ambiente.

Brechas que existen y vacío que se quiere llenar con el proyecto: Las principales dificultades que existen a la hora de abordar temas como sostenibilidad con enfoque de preservación y cuidado ambiental es la pobre experiencia que se tiene en el mismo, si bien el departamento de Nariño cuenta con bastos recursos naturales, la acción del hombre ha distorsionado el entorno generando todo tipo de contaminación. Entes de control como la gobernación, alcaldías solo se han limitado a actividades de descontaminación y limpieza de cuencas, disposición de rellenos sanitarios y generación de parámetros en actividades productivas para el manejo de residuos y agentes contaminantes producto de las mismas, sin embargo el enfoque de desarrollo sostenible continuado carece de iniciativa y experiencia con resultados fiables. El enfoque de desarrollo de la mayoría de proyectos y planes abordan el tema ambiental más como un aspecto que no hay que alterar y olvidan que también aborda aspectos de re-utilización, ahorro y aprovechamiento considerándolos ámbitos útiles y que generan los mismos e incluso mejores beneficios que métodos otros convencionales, en aspectos como el costo o el incremento de la demanda producto de la conciencia ambiental.

Los biodigestores se constituyen en una alternativa para el tratamiento de los residuos orgánicos, pues disminuyen la carga contaminante de los residuos agropecuarios, mejoran la capacidad fertilizante del material y mejores los niveles de sanidad eliminando malos olores. La bioconversión de la materia orgánica en metano requiere de tres pasos y cinco fases que actúan diferentes grupos de microorganismos. La primera fase es la hidrólisis, segundo la fase de acidificación, tercero la fase de acetogénesis, por último la fase de metalogénesis.

**Figura 4. Materia orgánica**



Fuente: esta investigación

- Fase de hidrólisis: este proceso resulta interesante debido a que permite realizar un pre tratamiento de la biomasa de una manera económica para posteriormente obtener etanol o biogás. La biomasa contiene lignina, celulosa y hemicelulosa. La lignina envuelve, como una barrera protectora, a la celulosa. Por otra parte es sabido que en procesos de fermentación, la celulosa puede ser convertida en azúcares para ser transformados en etanol o biogás.

Las bacterias de esta primera etapa toman la materia orgánica original con sus largas cadenas de estructuras carbonadas y las rompen y transforman en cadenas más cortas y simples (ácidos orgánicos) liberando hidrógeno y dióxido de carbono, este trabajo es llevado a cabo por un complejo de microorganismos de distinto tipo que son en su gran mayoría anaerobios facultativos.

- Fase de acidificación: Esta etapa se lleva a cabo con las bacterias acetogénicas las cuales realizan la degradación de los ácidos orgánicos llevándolos al grupo acético CH<sub>3</sub>-COOH y se libera como productos Hidrógeno (H) y Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Esta reacción es endoenergética pues demanda energía para ser realizada y es posible gracias a la estrecha relación simbiótica con las bacterias metanogénicas que substraen los productos finales del medio minimizando la concentración de los mismos en la cercanía de las bacterias acetogénicas, esta baja concentración de

productos finales es la que activa la reacción y actividad de estas bacterias, haciendo posible la degradación manteniendo el equilibrio energético.

- Fase metanogénica: Las bacterias intervinientes en esta etapa poseen características únicas que las diferencian de todo el resto de las bacterias por lo cual, se cree que pertenecen a uno de los géneros más primitivos de vida colonizadoras de la superficie terrestre.

Función del biodigestor: El biogás sirve para la obtención de gas natural (biogás) y abono orgánico a partir de la descomposición del estiércol de los animales, es la nueva tendencia ambiental de las industrias, el biogás obtenido puede sustituir a la electricidad, al gas propano y al diesel como fuente energética.

Por esta razón es aplicable tanto en industrias como en comunidades y viviendas, este proceso evita que los desperdicios vayan a parar a las aguas de los ríos, o terrenos baldíos.

## **8.1 VENTAJAS OBTENIDAS CON LA FERMENTACIÓN ANAEROBIA DEL ESTIÉRCOL**

- Se aumenta la cantidad de nitrógeno, fosforo, y potasio y se producen micronutrientes para el suelo.

- Se eliminan los malos olores, moscas, parásitos y disminuye las malezas en los cultivos.

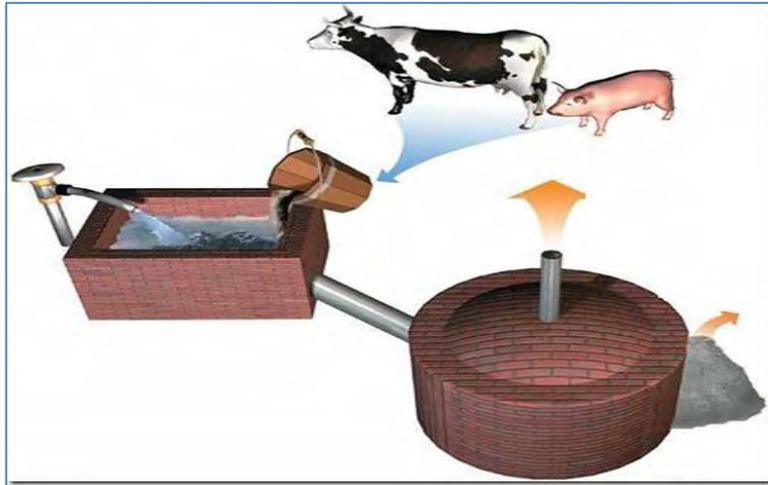
- Mejora la capacidad de retención de humedad y desenvolvimiento de microorganismos en el suelo.

- Se homogeniza el biofertilizante facilitando la mezcla, pulverización y distribución en cultivos y pasturas, mejorando los procesos de germinación en cultivos necesarios para la actividad agrícola

- Evitar que el gas metano principal componente del biogás sea lanzado a la atmosfera, lo cual contribuye a la generación de gases efecto invernadero

La materia orgánica se reduce únicamente de un 70% a un 50% Una reducción del 70% no influye mucho en el volumen total, lo que si disminuye es los niveles de humedad de los excrementos frescos debido a la estabilización de la materia orgánica biodegradable, lo que reduce el potencial contaminante. Además casi todas las bacterias patógenas son eliminadas cuando el tiempo de permanencia en el biodigestor es prolongado.

**Figura 5. Tiempo de permanencia en el biodigestor**



Fuente: esta investigación

## 9. ESTADO DEL ARTE

### 9.1 NIVEL INTERNACIONAL

Obtención de Biogás a partir de Excremento de Cuy en Condiciones Ambientales en Tacna Perú. Busca obtener biogás a partir de excremento de cuy por fermentación en batch que es un método biotecnológico de producción basado en la administración del sustrato limitante del crecimiento del cultivo. En condiciones ambientales, esta investigación se realizó en la ciudad de Tacna-Perú, Se emplearon dos mezclas de sustratos, una formada por excremento de cuy, formada por rastrojo del alimento vegetal de cuy y agua, y la segunda por excremento de cuy, formada por rastrojo del alimento vegetal del cuy, residuo de grasas y agua.

Estos sustratos fueron pre fermentados por separado en condiciones aeróbicas en un pre fermentador cilíndrico, luego sometidos a una fermentación en batch, anaeróbica, no agitada, en biodigestores cilíndricos que contienen un volumen de 227 litros de capacidad cada uno, en los cuales los sustratos pre fermentados estuvieron ocupando alrededor de las dos terceras partes del volumen total de los biodigestores. El volumen total de biogás producido en el biodigestor uno fue de 104 litros en un tiempo de fermentación de 7 meses y 6 días; y en el biodigestor dos de 452 litros en un tiempo de fermentación de 7 meses y 19 días.

Comparación de la producción de biogás a partir de descomposición anaerobia de materia orgánica. Busca comparar la producción de biogás (metano) a partir de la descomposición anaerobia de materia orgánica, mediante la simulación de prototipos de biodigestores en los que se utiliza desechos orgánicos caseros, estiércol de ganado bovino y material intestinal de cuatro animales propios de la región Sierra, como son alpaca, vaca, cuy, y trucha.

Se obtuvo biogás a partir de la digestión de materia orgánica por acción bacterias anaerobias presentes en el sistema digestivo de animales de la Sierra Ecuatoriana, en climas entre 10 y 19 °C, de las mezclas realizadas con los desperdicios orgánicos, excrementos de ganado bovino y material intestinal de vaca, trucha, alpaca y cuy se obtuvo un índice muy alentador en la producción de biogás en la sierra, encontrándose una mayor producción con la alpaca y el cuy a los 90 días a un pH de 7,5. Como subproductos de la biodigestión se obtuvo un fertilizante líquido llamado biol y un sólido conocido como compost; ambos de buena calidad nutritiva para el suelo.

## **9.2 NIVEL NACIONAL**

Producción de biogás mediante la codigestión anaeróbica de la mezcla de residuos cítricos y estiércol bovino para su utilización como fuente de energía renovable. Busca generar gas combustible a través de la codigestión anaeróbica de la mezcla homogeneizada correspondiente a la fracción de los residuos cítricos y estiércol de ganado bovino en proporciones másicas específicas, para su utilización como fuente de energía renovable. En esta investigación se llevó a cabo el montaje de los ensayos de biodegradabilidad anaeróbica de la mezcla homogeneizada de estiércol bovino y residuos cítricos.

## **9.3 NIVEL LOCAL**

Evaluación del potencial de producción de biogás a partir de Residuos Animales en la granja experimental Obonuco-Municipio de Pasto. Busca evaluar el potencial para la producción de biogás a partir del manejo de metano, generado de los residuos del ganado lechero presente en la granja experimental CORPOICA Obonuco. Se pudo concluir que el metano proveniente de los residuos ganaderos de la GEC, tiene el potencial para la producción de biogás, con la cuantificación teórica se concluye que la GEC, efectúa una emisión de gas de 7,602 kg de CH<sub>4</sub> por año y una emisión por el manejo de estiércol con un valor de 129 kg de CH<sub>4</sub> por año, el gas metano obtenido en el proceso anaerobio en el biodigestor está presumiblemente presente en un alto porcentaje de 82,60% por lo cual es de gran utilidad para satisfacer los requerimiento de energía a nivel doméstico.

Diseño de un biodigestor para el adecuado manejo de porquinaza en el corregimiento de Mocondino-Municipio de Pasto. Busca Diseñar un biodigestor controlando variables bajo condiciones de laboratorio como una alternativa no convencional para el adecuado manejo de porquinaza en el corregimiento de Mocondino-Municipio de Pasto. Como resultado se realizó la elaboración de una guía para la construcción y alimentación de un biodigestor como una alternativa sustentable para el manejo de la porquinaza.

Metodológicamente, debe mostrar en forma organizada y precisa, cómo será el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos.

Después de determinar por un método técnico en el análisis estructural de alternativas Mic Mac como una herramienta de estructuración reflexiva que ofrece la posibilidad de describir un sistema con la ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos se ha seleccionado 2 objetivos como los objetivos más apropiados para dar cumplimiento al objetivo general del problema

Concepción de conocimiento a partir de la práctica, en actividades pertinentes a la producción de biogás y el desarrollo sostenible

Aprovechamiento de residuos sólidos: Para dar inicio a la parte metodológica del proyecto primero se determina las actividades pertinentes al objetivo número 1 donde se da por sentado que tanto productores como habitantes de los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y La Victoria en el municipio de Ipiales no tienen conocimientos en el manejo de residuos sólidos orgánicos en pro de preservar el medio ambiente así como el carente conocimiento de las actividades agrícolas con enfoque sostenible o simplemente actividades domésticas con lineamientos sustentables en su realización. El asentamiento de caseríos y el afán por su desarrollo como urbe por medio del desarrollo de su capacidad productiva extensiva han generado daños recursos como tierra y agua, al no tener ninguna clase de fundamento en la preservación y cuidado del medio ambiente es normal que cuando se presenten daños colaterales producto de la actividad agrícola intensiva y la misma influya en el bienestar tanto del productor como de los habitantes no se haga mucho al respecto, la idea de que las actividades productivas tengan un enfoque sostenible es que al generar residuos propios de desarrollo productivo, estos no provoquen contaminación o malestar en la comunidad y sean amigables con el entorno. Por esta razón el objetivo de impartir conocimiento en prácticas en actividades pertinentes a la producción de biogás y el desarrollo sostenible se va a realizar con la ayuda de entes líderes en gestión ambiental como lo es El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible que designara profesionales expertos en el manejo de residuos sólidos quien impartirán talleres y actividades prácticas de como el estiércol de cuy puede transformarse de una molestia en un elemento de mucha utilidad, pero antes se debe tener información al respecto, esta información será abstraída por los profesionales que estarán visitando la zona en el desarrollo del proyecto. El cual estará dividido en 2 fases plasmadas en los resultados de los 2 objetivos.

Primeramente un profesional el ingeniera ambiental será el encargado de realizar un estudio de los niveles de contaminación existentes en las zonas cercanas a las unidades productivas en la zona rural del corregimiento de Mapachico en el municipio de Pasto y el corregimiento de La Victoria en el municipio de Ipiales, estos estudios determinara técnicamente el nivel de contaminación que ha ocasionado la generación exponencial de residuos orgánicos solidos (estiércol de cuy) en el entorno, nivel de erosión, influencia en el Ph del suelo, niveles de carbono orgánico filtración el cuencas cercanas, muestras de bacterias propios de las heces en el agua.

Con la elaboración de un reporte técnico donde se plasmaran las actividades de estudio de suelos y del recurso hídrico en las zonas pertinentes se hacen 2 actividades:

En primera instancia se enviara el reporte al departamento de desarrollo sostenible del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde se asignara especialistas en el tema para que dicten talleres y capacitaciones.

Se realizara un informe a partir del estudio técnico y el mismo será presentado a manera de comprensión a habitantes y productores de cuy en ambos corregimientos, esta presentación tiene un fin, concientizar a la población del daño que se está ocasionando y la posibilidad de que adquiriendo un conocimiento práctico ellos mismos sean actores de una solución viable.

El objetivo de la presentación a realizarse en la escuela del corregimiento es dar a conocer el diagnóstico de la problemática y la alternativa, seguidamente se debe hacer un consenso entre los habitantes si están dispuestos a hacer parte de la solución y la elaboración de un oficio donde los mismos se comprometan a asistir a los talleres e implementar los conocimientos adquiridos para solucionar el problema dándole un buen manejo a los residuos para que no generen contaminación. Obteniendo el consentimiento junto a la aprobación de habitantes y productores se contrata a un especialista en desarrollo sostenible quien será el encargado de generar un cronograma inicial donde se detallan actividades y talleres para el manejo de residuos sólidos y soluciones ambientales, a continuación y tras la llegada de los expertos y ambientalistas designados por MinAmbiente se debatirá la viabilidad del cronograma y la efectividad en el desarrollo de los talleres. Los talleres y actividades se harán con asesoría de un especialista en desarrollo sostenible y 2 delegados por MinAmbiente y tendrán lugar 3 veces por semana en ambos corregimientos. Los talleres tendrán un enfoque práctico como lo es el procesamiento del estiércol de cuy para convertirlo en abono para la actividad agrícola.

Dentro de la zona agrícola de los corregimientos se han identificado cultivos de papa, alverja, acelga entre otros. Productos como hortalizas donde hacen uso de insumos químicos para la maduración del producto.

Dentro del marco comercial colombiano la imposición de insumos reglamentarios para actividades agrícolas ha expuesto a los campesinos a atenerse a los elevados precios de fertilizantes importados, siendo así el uso de abonos organicos como alternativa eficiente y natural suena como una opción financieramente viable que también contribuirá al problema de contaminación.

Entre los talleres se realizaran mediciones y proyecciones donde se determinara que cantidad de residuos orgánicos se generan por unida productiva según la alimentación del animal:

**Cuadro 6. Consumo de concentrado al año**

Tipo de Alimento	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo Concentrado	(g/día)* animal	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Total Consumo Concentrado	kg/día	8	8	25	23	40	39	40	39	40	39	23	23
Total Bultos Concentrado (40kg)	bulto/mes	6	6	19	17	30	29	30	29	30	29	17	17
Total Consumo Concentrado	kg/meses	24/0	24/0	75/0	69/9	120/9	115/8	120/9	115/8	120/9	115/8	69/9	69/9

Fuente: esta investigación

**Cuadro 7. Consumo de forraje al año**

Tipo de Alimento	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo Forraje	(g/día)* animal	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Total Forraje	kg/día	80	80	250	233	403	386	403	386	403	386	233	233
Total Consumo Forraje	Kg/mes	2400	2400	7500	6990	12090	11580	12090	11580	12090	11580	6990	6990

Fuente: esta investigación

A disposición de la información se calculara que cantidad de material orgánico adema de estar cuando contaminación, servirá como materia prima para el desarrollo de abonos no contaminantes útiles y las demás labores agrícolas.

La producción de Biogas es otro eslabón clave dentro del desarrollo del proyecto pues el uso más eficiente del estiércol de cuy para la generación de Biogas para el uso doméstico suena como el fin más propicio en el uso del estiércol que contribuirá a hacer uso de fuentes de energía renovable no fósiles y que también disminuirá los niveles de contaminación en la zona, en los talleres se desarrollaran técnicas sencillas para la elaboración de prototipos de Biodigestores.

Antes de la construcción de los biodigestores para el suministro de gas domiciliario con lo cual se pretende alcanzar el objetivo general, se disponen de 20 unidades productivas dedicadas a la producción y comercialización de cuyes que en otras palabras serán además de ser las responsables de la contaminación también se consideran galpones encargadas de proveer de materia prima para el funcionamiento de los biodigestores, cuya construcción se hablara más adelante.

El tema concierne a que únicamente se implementaran biodigestores en 100 viviendas, por eso resulta pertinente que de alguna manera el resto de los habitantes tengan un conocimiento previo en la producción de biogás casero que

si bien no tiene tanta capacidad como el Biodigestor de suministro domiciliario si servirá como apoyo para actividades domésticas relacionadas además como ejemplo de cómo los residuos orgánicos pueden ser de gran ayuda.

A continuación se describe la elaboración de un prototipo para la generación de biogás utilizando estiércol de cuy.

Para el almacenamiento del biogás se utiliza una bomba plástica de solución salina (20 L) la cual tiene una gran resistencia y puede expandirse y contraerse sin ningún problema, para el almacenamiento de la materia prima se utiliza un garrafón de polycarbonato (20 L) y para el paso de gas de un lado a otro se construye un tubo en PVC con dos llaves de paso para la entrada y salida del biogás, una unión desenroscable para facilitar el retiro de la bomba sin que escape su contenido para así llevar el gas, e emplea un manómetro para observar la presión existente, después de la degradación de la materia orgánica en el garrafón, específicamente en la fase metanogénica, el gas asciende por el tubo hasta llegar a la bolsa de solución salina. En las siguientes figuras se muestra las partes del biodigestor prueba.

**Figura 6. Bolsa de solución Salina**



Fuente: esta investigación

**Figura 7. Botellón de policarbonato**



Fuente: esta investigación

Una vez ensamblado el prototipo del biodigestor con ayuda de un compresor se sella tanto el botellón como la bomba para asegurarse de que no existieran fugas de gas en ninguna de las dos partes del prototipo, luego con ayuda del mismo se elimina todo el aire de la bomba y se cierra la llave de paso sin antes poner adentro el estiércol de cuy convertido en “cuyinasa”

La “cuyinasa” es una mezcla de estiércol de cuy sin rastros de orina, hojarasca y agua, que juntos actúan como mezcla orgánica para que se produzca nitrógeno y carbono orgánico.

A continuación se observa como la degradación de los residuos orgánicos por fermentación en ausencia de oxígeno genera una combustión orgánica (Biogas). La materia orgánica dependiendo de la cantidad se producirá la digestión en un determinado tiempo, con cerca de 2Kg de “Cuyinasa” y luego de 9 días después de su fabricación se observa como la bolsa de solución salina se encuentra inflada por los gases producto de la fermentación.

#### 9.4 BIODIGESTOR A LOS 9 DÍAS DE LA INSTALACIÓN

Figura 8. Biodigestor a los 9 días de la instalación



Fuente: esta investigación

**Cuadro 8. Prototipos de Biodigestion**

Material	Descripción	Unidad	Característica	Imagen	Uso
Plástico	Bomba de Solución Salina	1	20 Litros		Donde se acumula el gas proveniente del garrafón.
Policarbonato	Garrafón	1	20 Litros		Donde se acumula la materia prima y ocurren los procesos de degradación para posteriormente obtener el biogás.
Plástico	a) Guardapolvos	2			Permite el paso del biogás del garrafón a la bomba de solución salina.
PVC para agua caliente	b) Tubo 1/2		50cm		
	c) Llaves de paso	2	1/2"		
	d) Unión Universal	1	1/2"		
	e) Codo	1	1/2"		
	f) Te	1	1/2"		
	g) Adaptador macho	2	2" x 1/2"		
Metálicas	Abrazaderas	4			Permiten un mayor aseguramiento a las partes.
Galvanizado	h) Reductor Red bushing	1	1/2" a 3/8"		Permite adaptar el codo 1/2 al Manómetro 3/8.
	i) Manómetro	1			Permite medir la presión ejercida por el biogás.

Fuente: esta investigación

Estos prototipos de Biodigestion se fabricación casera ayudara a comprender como van a funcionar los biodigestores instalados así como la función del estiércol transformado en "cuyinasa".

Dentro de los talleres se harán análisis para determinar cuanta cantidad de estiércol, de melaza y agua se requerirá para emplear los prototipos de Biodigestores además de la cantidad de litros de gas generado.

### Cuadro 9. Ejemplo 1

Tratamiento	Prototipo	pH	Cantidad de estiércol (kg)	Cantidad de agua (L)	Cantidad de melaza (kg)
1	1	6	3	9	1
	2	6	3	9	1
2	3	6	3	9	2
	4	7	3	9	2
3	5	7	3	9	3
	6	7	3	9	3

Fuente: esta investigación

Luego de que se hayan efectuado según el cronograma de actividades las capacitaciones, talleres y actividades contempladas se da como finalizada la primera fase del proyecto.

Como resultado se esperan que cerca de 300 en ambos corregimientos, personas entre habitantes, agricultores y dueños de las unidades productivas tengan conocimientos en:

- Uso eficiente de los residuos orgánicos del cuy entre otros.
- El daño ambiental que produce la generación exponencial de estiércol de cuy.
- El uso de elementos caseros para la generación de Biogas.
- Actividades productivas con enfoques sostenibles.
- Prevención y el cuidado medioambiental.

Para la fase 2 se va a identificar cuáles son las unidades productivas más representativas en ambos corregimientos. Para el corregimiento de Mapachico en el municipio de Pasto y La Victoria en el municipio de Ipiales se han identificado 20 unidades productivas que son fincas donde funcionan galpones donde se encuentra cerca de 1400 ejemplares, Una unidad básica doméstica está compuesta por siete hembras y un macho, para autoconsumo. Si la unidad busca fines comerciales rentables debe pasar las 300 reproductoras con una relación de siete hembras por un macho. Cada una puede dar tres crías por parto y en promedio una reproductora al año tiene cuatro, lo que da 12 nacimientos anuales por hembra, a modo de ejemplo se haría el siguiente análisis:

Con una relación 7 hembras por macho en un solo parto nacerían 21 gazapos, si cada hembra tiene 4 partos por año el número ascendería a 84, si hablamos de 60 machos sanos se esperaría un número de 540 crías en el mismo periodo de tiempo. Dentro de un galpón el número de ejemplares se clarifican en Hembras, Machos, Gazapos, Levante, Engorde.

### Cuadro 10. Ejemplo 2

Tipo	Numero
Numero de hembras	340
Numero de machos	60
Numero de gazapos	270
Numero de levante	330
Numero de engorde	400
Crías esperadas año 2016	5040

Fuente: esta investigación

El anterior ejemplo apunta al tipo de proyección que se deben hacer si se quiere tener datos fiables del número de ejemplares por galpón que se espera tener en el desarrollo del proyecto, porque datos como el anterior es la base para un pronóstico en la generación de estiércol esencial.

### Cuadro 11. Ejemplo 3

Tipo	Numero animales	Cantidad de estiércol (kg/día)	Cantidad de estiércol (kg/mes)	Cantidad de estiércol (kg/año)	Cantidad de estiércol por cada cuy. Kg/mes * cuy
Hembras	340	77	2310	27720	6,794
Machos	60	71	2130	25560	6,454
Gazapos	270				
Levante	330	163	4890	58680	6,698
Engorde	400				
Total	1400	311	9330	111960	6.66
Promedio animales año 2015	1449	321	9635	115630	6.65

Fuente: esta investigación

Con datos con resultado de estudios y análisis para cada galpón podemos determinar qué cantidad real de estiércol se está generando. Para un galpón por finca promedio cuenta con 1400 ejemplares que genera una cantidad de estiércol de 311 kg/día, por lo que en las 20 fincas objeto de estudio se generan cerca de 6,22 Ton de residuos diarios, lo que resulta una carga orgánica contaminante bastante considerable objeto de este proyecto.

Siguiendo con la implementación de la segunda fase del proyecto e va a disponer de un topógrafo hace un estudio de suelos para determinar los grados de inclinación de los lugares donde se van a construir los Biodigestores, para la ubicación de los mismos se han identificado 20 unidades productivas dedicadas a la crianza y comercialización de cuyes en ambos corregimientos. 10 galpones en 5 veredas en el corregimiento de Mapachico municipio de Pasto y 10 galpones en 5 veredas en el corregimiento de La Victoria municipio de Ipiales, se ha determinado la construcción de 100 Biodigestores. 50 plantas de digestión orgánica para cada corregimiento ósea 10 plantas por vereda, estas plantas deben estar ubicada estratégicamente cerca de los galpones, pues los mismos van a servir de proveedores de materia prima (“cuyinasa”) para el buen funcionamiento de los Biodigestores. Luego que el reporte técnico del topógrafo determine la ubicación de cada uno de los Biodigestores. Las solicitudes para construcción de predios se deben tener en cuenta como un requisito antes de iniciar las obras de construcción, el espacio a utilizar son  $6 \text{ m}^2$  con una profundidad de  $3 \text{ m}^3$ , cada Biodigestor será cimentado con 300 ladrillos y 3 bultos de cemento de 50 Kg, se van a usar también 25 metros de tubería por Biodigestor junto a 2 válvulas y un tambor hermético de plástico para garantizar el medio anaerobio en la digestión de residuos, el diseño permitirá el paso del Biogas al domicilio.

El Biodigestor estará diseñado con una entrada para el ingreso de la “cuyinasa” que serían los residuos del cuy sin ratos de orina y con hojarasca, también a misma entrada servirá para el abastecimiento de agua por Kg de “cuyinasa”, el diseño de las tuberías deben permitir el suministro de gas a cada vivienda, específicamente al espacio de la cocina adaptando a la entrada de una estufa doméstica. Este biodigestor consiste en un tambor, originalmente hecho de acero pero después reemplazado por fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP) para superar el problema de corrosión. Normalmente se construye la pared del reactor y fondo de ladrillo, aunque a veces se usa refuerzo en hormigón. Se entrapa el gas producido bajo una tapa flotante que sube y se cae en una guía central. Este digestor trabaja a presión constante del gas disponible y depende del peso del gas por el área de la unidad y normalmente varía entre 4 a 8 cm de presión de agua. El reactor se alimenta semi-continuamente a través de una tubería de entrada.

Estos son los utilizados comúnmente en instalaciones industriales o semi industriales. Generalmente trabajan a presión constante, por lo que se podrían catalogar como Digestores Tipo Hindú Modificado.

Se les conoce de ordinario como CSTD (Conventional Stirred Digester). Se diferencian de los digestores convencionales en que se les ha agregado algún tipo de agitación mecánica, continua o intermitente, que permite al material aún no digerido, entrar en contacto con las bacterias activas y así obtener buena digestión de la materia orgánica, con tiempos de retención hidráulica relativamente cortos, de hasta 15 días.

Este es un concepto nuevo dentro de la tecnología de fermentación anaeróbica, combina las ventajas de varios tipos de digestores en una sola unidad, facilitando el manejo y procesamiento de material biodegradable de diverso origen y calidad. Generalmente los desechos de origen animal, excrementos de cualquier clase, son procesados en digestores convencionales de tipo continuo, que periódicamente reciben carga y entregan por desalojo efluente ya digerido. El tiempo de operación continua de estos equipos es bastante largo y requiere un mínimo de atención al momento de cargarlos, como es el evitar introducir elementos extraños tales como arena, piedra, metal, plásticos o cualquier otro tipo de material lento o imposible de digerir. Luego de unos cuatro o cinco años se debe detener su funcionamiento para hacer una limpieza general y retirar sedimentos indigeridos.

Buscando un tipo de digestor ideal, se llegó al concepto de digestor de Segunda y Tercera generación, siendo los clásicos modelos Hindú o Chino, los de la primera. Este nuevo modelo de digestor retiene la materia de origen vegetal, que normalmente tiende a flotar, dentro de las zonas de máxima actividad bacteriana como son la inferior y la de sobrenadante intermedia, para que las bacterias tengan tiempo de atacar, hidrolizar y procesar efectivamente el material en descomposición; al mismo tiempo permite que los gases y el material parcialmente degradado sigan el recorrido del proceso normal dentro del digestor.

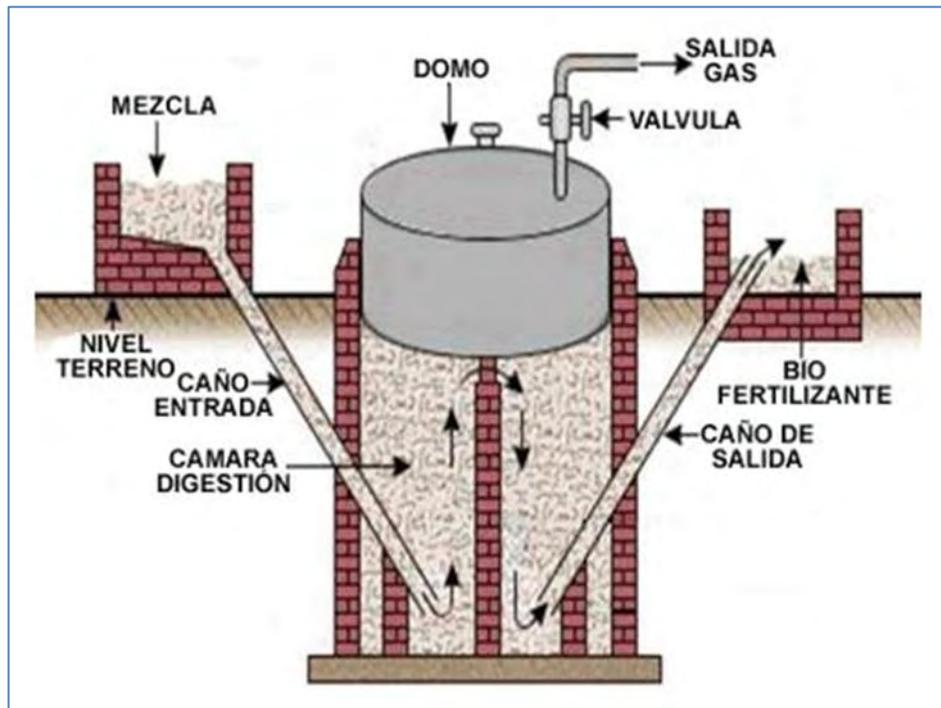
El Digestor de Segunda Generación divide al convencional en dos cámaras, una de ellas a un nivel inferior del resto del digestor. Utiliza compartimentos en ferro cemento o mampostería, espaciados adecuadamente para retener los materiales y las partículas sólidas grandes, pero permite el paso del gas y los líquidos. A este modelo se puede adicionar hasta un 25% de carga de origen vegetal sin que se atasque o paralice la operación.

El Digestor de Tercera Generación modifica radicalmente al de tipo Hindú tradicional, aunque sigue los lineamientos de esta escuela. Ha logrado una eficiencia de trabajo en forma continua que permite cargarlo con toda clase de materiales, hasta un 50 o 60% de materia de origen vegetal mezclada con excrementos, empleando una sola unidad que trabaja en forma de digestor continuo.

EL objeto que sea adaptado a la estufa de la cocina también tiene como base fines ecológicos, pues un 60% de la población rural acude a la tala de árboles para

el sustento doméstico en la preparación de los alimentos, contribuyendo a disminuir la tala de árboles.

**Figura 9. Modelo Biodigestor**



Fuente: esta investigación

Para el funcionamiento del biodigestor, previamente habiendo determinado las unidades productivas y su ubicación, estas servirán como proveedor de “cuyinasa” para el funcionamiento de 5 Biodigestores, porque 20 unidades productivas generaran 6.222 Kg de estiércol de cuy, cada finca contara con aproximadamente 311 Kg de estiércol de cuy, pero para que se convierta en combustible debe ser decantado transformándolo en “cuyinasa” donde pierde el 50% del total de su masa, por lo que se dispone de 155 Kg de “Cuyinasa”

El tiempo de retención de la biomasa dado que el material biodegradable requiere de un tiempo para su descomposición total en sus elementos principales, se procederá a su determinación, para en última instancia calcular el volumen de trabajo del biodigestor.

Teóricamente un Kg de “cuyinasa” puede generar 0,50 m<sup>3</sup> de Biogás bajo la acción de bacterias mesofílicas se estima que en un reactor normal a 30 °C el

tiempo requerido para biodegradar la materia prima alimentada es de 20 días, tiempo que se puede afectar por las variaciones de la temperatura ambiental.

$$TR = 20 \text{ días} \cdot 1,3 = 26 \text{ días}$$

El factor 1,3 es un coeficiente que depende de la temperatura, y para garantizar un funcionamiento óptimo del biodigestor en cualquier época del año se ha asumido el valor de 25 °C.

Volumen de digestión de la biomasa

$$VD = 0,886 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 26 \text{ días} = 23,036 \text{ m}^3$$

VD= Volumen de almacenamiento de gas

La capacidad requerida en el biodigestor para la acumulación de la biomasa es de 23 m<sup>3</sup>, de modo que será necesario determinar cuál es el volumen requerido para acumular el gas producido diariamente. La disposición de la “cuyinasa” dentro del Biodigestor se debe realizar con 20 días de antelación pues el proceso orgánico de digestión requiere tiempo para que se generen gases como el metano, producto de esta actividad se tiene como resultado el suministro de gas suficiente para la preparación de alimentos.

A manera de ejemplo se calcula un registro simulado parecido al que se desarrollara en el proyecto:

**Cuadro 12. Dimensionamiento del biodigestor a escala real**

# cuyes	Estiércol (kg/d)	Tiempo de retención (d)	Estiércol (kg)	Cantidad de Agua (L)	Cantidad de melaza (kg)	Vol. biodigestor (L) 70%	Vol. biodigestor (L) 30%	Vol. real biodigestor (m³)
1	0,222	30	6,66	19,98	2,22	28,86	12,37	0,041
10	2,220	30	66,6	199,8	22,2	288,6	123,69	0,412
100	22,2	30	666	1998	222	2886	1236,86	4,12
1000	222,0	30	6660	19980	2220	28860	12368,57	41,23
1200	266,4	30	7992	23976	2664	34632	14842,29	49,47
1400	310,8	30	9324	27972	3108	40404	17316,00	57,72
1600	355,2	30	10656	31968	3552	46176	19789,71	65,97
1800	399,6	30	11988	35964	3996	51948	22263,43	74,21
2000	444,0	30	13320	39960	4440	57720	24737,14	82,46
3000	666,0	30	19980	59940	6660	86580	37105,71	123,69
3500	777,0	30	23310	69930	7770	101010	43290,00	144,30

Fuente: esta investigación

Los resultados positivos que se generan a partir de la implementación del Biodigestor:

- Disminución e la tala de árboles para la preparación de alimentos
- Disminución de la contaminación por la generación excesiva de estiércol de cuy.
- Sustituir el uso de gas propano en la actividad domestica siendo este perjudicial a largo plazo

La última actividad con la que finaliza la fase 2 y la última de proyecto es la capacitación por parte del profesional en producción de combustibles gaseosos será la impartición de talleres en manejo de los Biodigestores, si bien se harán revisiones técnicas y de mantenimiento de manera mensual es indispensable que los habitantes de las viviendas sepan cómo funciona y como reparar en caso de que suceda algún daño.

Teniendo en cuenta la población de cuyes, por ejemplo de acuerdo al cuadro 26, si la finca cuenta con 1000 cuyes, se debe alimentar diariamente el biodigestor

con 222 kg de estiércol, 666 L de agua, y 74 kg de melaza, para tener una producción diaria de 412,2 litros de biogás o 0,4122 m<sup>3</sup>/día; la producción de biogás y bioabono comenzara entre 20-30 días.

**Cuadro 13. Artículos**

ARTICULO	1000L de biogás	412,2 L de biogás
Estufa	3 comidas para una familia de 4 personas	1,25 Comidas
Nevera	Puede funcionar por 10 horas	4,12 horas
Motor de 1 Hp	Puede funcionar por 2 horas	0,83 horas
Tanque Calentador de agua de 110 L.	Puede funcionar por 3 horas	1,23 horas

Fuente: esta investigación

**Cuadro 14. Comparación del poder calorífico del GLP con el Biogás**

Gas Licuado de Petróleo (GLP)	Biogás
<p>El gas licuado de petróleo (GLP) más conocido como gas propano, es una mezcla compuesta principalmente por propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) y butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), que sometida a moderadas presiones y temperaturas de ambiente, alcanza el estado líquido, el cual facilita su manipulación y transporte.<sup>6</sup></p> <p>El gas licuado de petróleo tiene importantes usos petroquímicos y combustibles; Como combustible se utiliza en procesos industriales (producción de vapor, sistemas de enfriamiento, calentamiento y</p>	<p>El proceso de digestión anaerobia produce de 400 a 700 litros de gas por cada kilogramo de materia orgánica degradada, según las características del influente. El gas se compone fundamentalmente de metano y anhídrido carbónico, el contenido en metano del gas de un digestor que funcione adecuadamente variará del 65% al 70% en volumen, con una oscilación en el anhídrido carbónico del 30% al 35%. Uno o dos por ciento del gas del digestor se compone de otros gases. Debido a la</p>

<sup>6</sup> VASQUEZ, Arturo. La organización económica de la industria de hidrocarburos. Perú: Mercado Del Gas Licuado De Petróleo, 2005. p. 80

Cuadro 14. (Continuación).

Gas Licuado de Petróleo (GLP)	Biogás
<p>combustible para motores) y en procesos comerciales y domiciliarios (cocción, calentamiento de agua y calefacción).<sup>7</sup></p> <p>Algunos otros usos en que se destaca la combustión del gas licuado de petróleo están la generación de calor en calderos y hornos a nivel industrial. En este último segmento, el GLP se utiliza en procesos donde se requiere alta temperatura y calidad de combustión para evitar la contaminación de los productos finales tratados en hornos y secadores. El GLP es un combustible que arde con llama celeste azulada en ausencia de residuos sólidos (hollín y cenizas), es fácil de almacenar y regular en condiciones atmosféricas y viene libre de sustancias corrosivas. En cuanto al nivel de emisiones, la combustión del GLP genera como residuo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O).<sup>8</sup></p> <p>Algunas características del gas licuado de petróleo (GLP) son las siguientes<sup>9</sup>:</p> <p>No tiene color: Hay oportunidades, en especial cuando se presenta una fuga de</p>	<p>presencia de metano (60%), el gas del digestor posee un poder calorífico aproximado de 500 a 600 kilocalorías por litro<sup>10</sup>.</p> <p>Según Lozada<sup>11</sup>, el biogás puede ser aprovechado como biocombustible, ya que su poder calorífico oscila entre 5000 y 6000 kcal/m<sup>3</sup>, en función del contenido de metano.</p> <p>El biogás como resultado es una mezcla constituida por metano (CH<sub>4</sub>) en una proporción que oscila entre un 40% a un 70% y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno (H<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>) y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), El biogás tiene como promedio un poder calorífico entre 18,8 a 23,4 mega julios por m<sup>3</sup>.<sup>12</sup></p>

<sup>7</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Licuado del petróleo. [en línea] [citado 2015-09-22] Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/gas-licuado-de-petroleo-glp-1>

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). Manual de Biogás. ISBN: 978-95-306892-0. [en línea] [citado 2015-09-22] Disponible en internet: [http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/FAO/manual\\_biogas.pdf](http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/FAO/manual_biogas.pdf)

<sup>11</sup> LOZADA JEREZ, Op. cit., p. 60.

Cuadro 14. (Continuación).

Gas Licuado de Petróleo (GLP)	Biogás
líquido, en que se observa como una nube blanca.	

Fuente: esta investigación

Los resultados positivos que se generan a partir de la implementación del Biodigestor:

- Disminución e la tala de árboles para la preparación de alimentos
- Disminución de la contaminación por la generación excesiva de estiércol de cuy.
- Sustituir el uso de gas propano en la actividad domestica siendo este perjudicial a largo plazo

La última actividad con la que finaliza la fase 2 y la última de proyecto es la capacitación por parte del profesional en producción de combustibles gaseosos será la impartición de talleres en manejo de los Biodigestores, si bien se harán revisiones técnicas y de mantenimiento de manera mensual es indispensable que los habitantes de las viviendas sepan cómo funciona y como reparar en caso de que suceda algún daño.

## 10. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS Y ACTIVIDADES

### 10.1 RESULTADO # 1:

Conocimiento técnico en la generación de biogás gracias a talleres proporcionados por Minambiente y dictados por personal capacitado y con experiencia en el tema de generación de biogás.

**10.1.1 Actividades.** Se solicita a un ingeniero ambiental para la realización de estudios de suelo y agua, con la finalidad de generar un reporte del estado ambiental en ambos corregimientos. El reporte debe arrojar un resultado claro de cómo el estiércol de cuy ha influido en la erosión del suelo y se ha filtrado hasta las cuencas y fuentes hídricas más cercanas, en el desarrollo de la actividad se deben recoger muestras donde se determine los componentes más relevantes del suelo así como los agentes extraños en el agua previo análisis de los laboratorios, los laboratorios con el equipo necesario para arrojar tales resultados son los laboratorios científicos de la universidad de Nariño.

Realizar juntas en Mapachico y la Victoria donde estarán presentes los productores y dueños de las unidades productivas donde se les dará a entender el nivel de contaminación que genera la actividad y realizar un consenso donde se comprometen a colaborar para disminuir el problema, justificado en un oficio con las firmas de los participantes. El objetivo primordial que es por medio de la ponencia de los resultados previo estudio ambiental, el proyecto se sustente en una necesidad real que genera malestar social. La elaboración de una carta de compromiso es determinar si se cuenta con la voluntad de los involucrados para buscar alternativas al problema, en este caso si existe un compromiso para que sean ellos los responsables de solucionar el problema.....cómo?. pues a partir de conocer métodos y técnicas en la manipulación de residuos orgánicos y que sean los mismos habitantes los encargados de disponer de estos residuos.

Realización de la gestión con la Secretaria de Medio Ambiente donde se envía un oficio firmado por la junta de acción comunal de los corregimientos donde se haga referencia al problema por el cual se está atravesando. Sumando la petición de ser asistidos por un delegado del Min Ambiente especializado en el tema de manejo de residuos para brindar información y capacitación. La finalidad de la gestión es que se logre gestionar la conformación de un equipo interdisciplinario en el enfoque ambiental que reúna las características adecuadas en el suministro de información útil para los habitantes y las actividades que se desean hacer.

Realización de un cronograma de talleres y actividades por delegados de Min Ambiente, para habitantes de los corregimientos de Mapachico y La Victoria,

donde se les enseñara a emplear métodos sustentables en la disposición de residuos orgánicos, descontaminación, preservación y generación de Biogás.

El complemento en el desarrollo de los talleres radicara en el conocimiento para hacer uso eficiente del estiércol de cuy que está contaminado el entorno.

El cronograma se adecuara a hacer cursos y capacitaciones 3 veces por semana, se seguirá un orden programado cronológicamente de acuerdo a la disponibilidad de los involucrados.

La Realización de talleres y actividades provistas en el cronograma determinan como se desarrolla las actividades provistas en el cronograma, actividades prácticas como la disposición de los residuos para que sea útil en los cultivos agrícolas y como procesar el estiércol de cuy deshidratando la materia para eliminar los rastros de orina que resultan perjudicial para los nutrientes del suelo, agregándole hojarasca y agua consiguiendo una mezcla homogénea útil como fertilizante. Estos talleres se realizaran en las instalaciones de las escuelas del corregimientos así como al aire libre, se dispondrá de estiércol para el desarrollo de talleres prácticos en cantidad y medida por kilo.

Elaboración de un plan estratégico de Gestion ambiental donde se planifique las acciones pertinentes para ejecutar lo aprendido en los talleres de manipulación de residuos orgánicos. Dentro del plan estratégico se contemplara las tácticas correspondientes para que ahora sean los habitantes y quienes asistieron a los talleres de capacitación los encargados de poner en práctica lo aprendido, con el fin de que dispongan de la materia orgánica contaminante y hagan un bien uso de ella.

## **10.2 OBJETIVO #1, RESULTADO 2**

Conocimiento técnico en la generación de Biogás gracias ejercicios realizados por empresas privadas en los 2 corregimientos donde se permita realizar ensayos en el tema de la generación de biogás, y otros estudios que son compartidos con la comunidad.

Se solicita a un ingeniero ambiental para la realización de estudios de suelo y agua, con la finalidad de generar un reporte del estado ambiental en ambos corregimientos. El reporte debe arrojar un resultado claro de cómo el estiércol de cuy ha influido en la erosión del suelo y se ha filtrado hasta las cuencas y fuentes hídricas más cercanas, en el desarrollo de la actividad se deben recoger muestras donde se determine los componentes más relevantes del suelo así como los agentes extraños en el agua previo análisis de los laboratorios, los laboratorios con el equipo necesario para arrojar tales resultados son los laboratorios científicos de la universidad de Nariño.

Realizar juntas en Mapachico y la Victoria donde estarán presentes los productores y dueños de las unidades productivas donde se les dará a entender el nivel de contaminación que genera la actividad y realizar un consenso donde se comprometen a colaborar para disminuir el problema, justificado en un oficio con las firmas de los participantes. El objetivo primordial que es por medio de la ponencia de los resultados previo estudio ambiental, el proyecto se sustente en una necesidad real que genera malestar social. La elaboración de una carta de compromiso es determinar si se cuenta con la voluntad de los involucrados para buscar alternativas al problema, en este caso si existe un compromiso para que sean ellos los responsables de solucionar el problema.....cómo?. pues a partir de conocer métodos y técnicas en la manipulación de residuos orgánicos y que sean los mismos habitantes los encargados de disponer de estos residuos.

## 11. ANALISIS DEL MERCADO

### 11.1 MERCADO

El estudio de mercado del proyecto hace referencia a los galpones de cuy en el corregimiento de Mapachcoy el corregimiento de la victoria , y quienes producen gran cantidad de desechos contaminantes que necesitan una un proceso de transformación para ser aprovechados como generadores de energía limpia que se puede utilizar para cocinar, calentadores, calefacción, y usos que permitan mejorar la economía de la población de los corregimientos y en un futuro la de toda la región

**11.1.1 Descripción del servicio.** El servicio que se busca brindar a los productores de cuy de los corregimientos está enfocado en disminuir la contaminación ambiental implementando biodigestores capaces de transformar el metano (CH<sub>4</sub>) en energía limpia renovable y capacitar a la población en mejorar los procesos de acopio el manejo, el potencial de los abonos orgánicos para aprovechar al máximo los recursos que se encuentran en los corregimientos.

**11.1.2 Análisis de la Demanda.** Al analizar la demanda se pudo establecer que para el año 2008 existen en el corregimiento de Mapachico 13.109 habitantes productores de cuy, los cuales al pasar de los años han aumentando debido al aumento de la demanda de cuy que por ser un plato típico del departamento se convierte en fuentes generador de ingresos

**Cuadro 15. Análisis de la Demanda.**

AÑOS	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CANTIDAD	13.109	13.292	13.475	13.656	13.837	14.018	14.196	14.379	14.543	14.373

Fuente: esta investigación

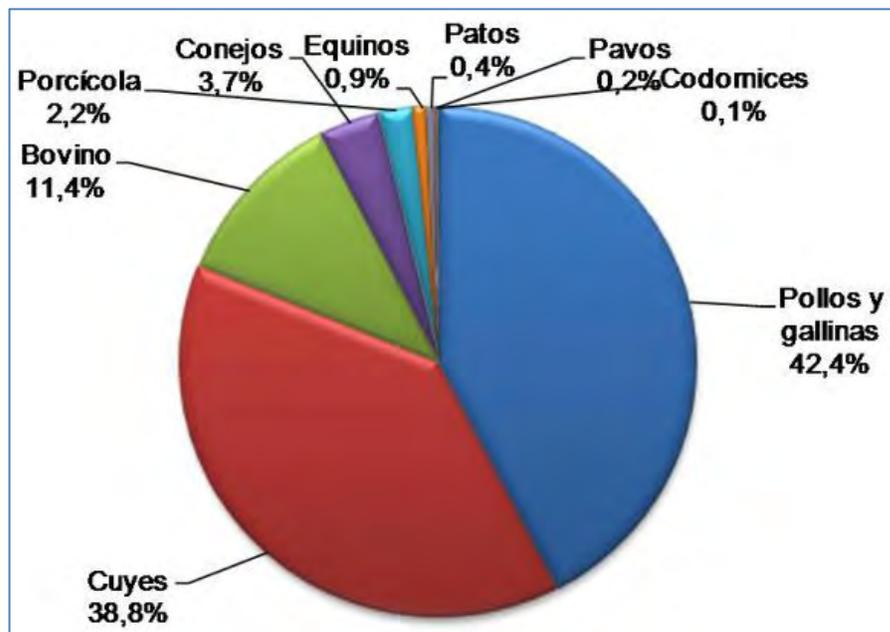
## 11.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Debido a que el cuy se ha considerado como uno de los principales platos típicos en el sur de Colombia y tiene un alto consumo en la capital de Nariño, para la mayoría de las familias del sector rural la crianza de este animal se ha convertido en una industria, mediante la cual pueden adquirir parte de sus ingresos económicos.

Por esta razón en Nariño especialmente en clima frío, hay gran cantidad de hogares campesinos en donde se sigue criando de manera artesanal a este animal en las denominadas “cuyeras” (galpón).

Por tal motivo el proyecto brinda a las familias la posibilidad de aprovechar los desechos del cuy en la producción de biogás y así contribuir con la economía de las familias productoras de cuy.

**Grafica 1. Análisis de la oferta**



Fuente: esta investigación

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Oferta Agropecuaria - Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), Bogotá 2009.

## 12. CAPACIDAD Y BENEFICIARIOS

El tamaño del proyecto se establece en función de la disponibilidad de energía renovable y sustentable en la región y considerando las limitaciones para producción. Los corregimientos de Mapachico y la Victoria ocupan los primeros puestos en producción de cuy del Departamento de Nariño por lo cual la generación de residuos (cuyinasa) necesarios para la generación de biogás es continua.

La capacidad de producción está en función de la capacidad de almacenamiento y de equipos de procesamiento de los biodigestores. Ello significa que las futuras ampliaciones en la capacidad instalada dependen de la adquisición de cuy y la ampliación de galpones

Tiempo: año 2016

### 12.1 INDICADOR

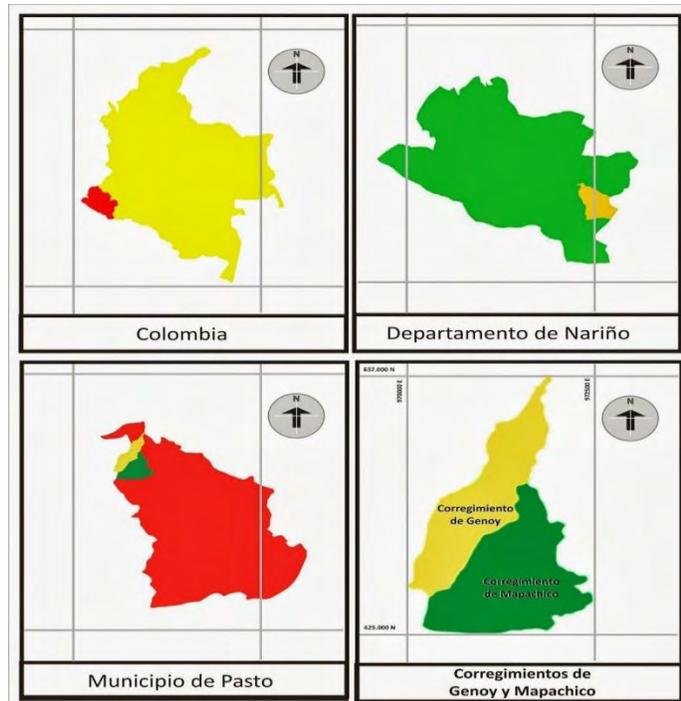
a. 
$$\frac{\text{Toneladas de "cuyinasa" transformadas en Biogas}}{\text{Toneladas de "cuyinasa" contaminante}} * 100$$

Este indicador permite determinar qué porcentaje de biogas, corresponde a las toneladas de cuyinasa contaminante generada por los galpones de cuy

## 13. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

### 13.1 MACROLOCALIZACION MAPACHICO

Figura 10. Macrolocalizacion Mapachico



Fuente: esta investigación

Los límites de este corregimiento son: por el norte con el Volcán Galeras, y la vereda San Cayetano por el sur con el corregimiento de Genoy, por el oriente con el corregimiento de Morasurco y por el occidente con el corregimiento de Obonuco. (Alcaldía de Pasto, 2013)

Los habitantes del corregimiento Mapachico viven felices porque sus tierras son fértiles, su paz y tranquilidad no se perturban, al contrario, se alegran y se sienten orgullosos de vivir junto al Volcán Galeras.



**Cuadro 16. Ubicación del Corregimiento de Mapachico.**

UBICACIÓN CORREGIMIENTO DE MAPACHICO	
Dato	Descripción
Posición astronómica	1° 15' y 1° 20' Latitud Norte 77° 15' y 77° 20' Longitud Oeste
Coordenadas Geográficas	X = 970.000 y 975.000 m E. Y = 625.000 y 630.000 m N.

Fuente: esta investigación



## 15. ESTUDIO AMBIENTAL

El proyecto cumple todos los requerimientos y leyes nacionales exigidos para su desarrollo. Según el decreto número 1220/21.04.20054, que define los requisitos de licencia medioambiental para las actividades, no se requiere ninguna evaluación de impacto medioambiental para la actividad del proyecto. Se han estudiado las repercusiones ambientales y se ha concluido que no se esperan impactos medioambientales significativos de la actividad del proyecto.

Para el estudio de los predios donde van a ser construidos los Biodigestores se solicita un topógrafo quien en primera instancia generara un reporte de los ángulos de inclinación del terreno y los levantamientos topográficos correspondientes, posteriormente se solicita el reporte de un ingeniero ambiental quien era el encargado de determinar el estado actual del terreno, nivel de contaminación y erosión si como la presencia de partículas o agentes contaminantes en las muestras de agua. El estudio de los predios para los trámites y permisos correspondientes donde se va a determinar dónde se va a construir llevara consigo el resultado de estudios y los materiales e insumos con los cuales se pretende construir los Biodigestores.

El diseño de los Biodigestores debe de estar determinado de tal manera que sea lo suficientemente hermético que soporte la cantidad orgánica sin que se abran fugas o grietas, dentro del desarrollo de las actividades se hace conocer el estado de la problemática ambiental a productores y habitantes de los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y La Victoria en el municipio de Ipiales debido a que los mismos no del daño ambiental ocasionado por el desarrollo de actividades agrícolas sin enfoque sostenible o simplemente actividades domésticas sin lineamientos sustentables en su realización. El asentamiento de caseríos y el afán por su desarrollo como urbe por medio del desarrollo de su capacidad productiva extensiva han generado daños recursos como tierra y agua, al no tener ninguna clase de fundamento en la preservación y cuidado del medio ambiente es normal que cuando se presenten daños colaterales producto de la actividad agrícola intensiva y la misma influya en el bienestar tanto del productor como de los habitantes no se haga mucho al respecto, la idea de que las actividades productivas tengan un enfoque sostenible es que al generar residuos propios de desarrollo productivo, estos no provoquen contaminación o malestar en la comunidad y sean amigables con el entorno. Es así como el producto resultante es la disminución de la carga orgánica dentro del ambiente en ambos corregimientos pues el Biodigestor se diseña con una capacidad predeterminada a contener una gran cantidad de carga orgánica evitando así que se descomponga en el exterior generando contaminación. Para la construcción de sus cimiento y la fosa séptica, el estudio de suelos determinara la calidad de la tierra para la excavación y que no se cruce con ninguna corriente subterránea de agua en por lo

menos un perímetro seguro de 30 metros, el diseño hermético no debe permitir la fuga de gases o el agrietamiento en el fondo del contenedor.

Para la recolección del estiércol antes de convertirse en “cuyinasa” se advierten unas medidas específicas como el uso de recipientes que contengan de manera segura la carga orgánica y no permitan que se desborde y que para la disposición de la carga orgánica se debe tomar directamente de los galpones evitando el contacto con el exterior y con el mismo suelo.

La exposición de estos residuos orgánicos en cantidad con el calor, producen que el poder calorífico dentro de la masa se acelere, generado así un proceso de digestión más rápido al interior de la materia acelerando este procesos el riesgo de que se generen gases contaminantes además del mal olor es considerable. Por esta razón el objetivo de impartir conocimiento en prácticas en actividades pertinentes a la producción de biogás y el desarrollo sostenible se va a realizar con la ayuda de entes líderes en gestión ambiental como lo es El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible que designara profesionales expertos en el manejo de residuos sólidos quien impartirán talleres y actividades prácticas de como el estiércol de cuy puede transformarse de una molestia en un elemento de mucha utilidad

## **15.1 IDENTIFICACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO**

El análisis de beneficios se hizo teniendo en cuenta los hogares beneficiados por la producción de biogás y el beneficio económico que conlleva el mismo, la disminución de la contaminación y la producción de abono orgánico bajo en contaminantes que se puede rescatar al finalizar el proceso del biodigestor

Que al menos un 20% adicional de viviendas en los primeros 5 meses opten por el método de emplear fuentes de energía renovable.

Se analizará el número de solicitudes en la región para la construcción de Biodigestores para suministro de Biogás domiciliario.

Que al menos un 85% de los habitantes hagan uso de los conocimientos aprendidos en los talleres de manejo de residuos sólidos y desarrollo sostenible.

Se determinara por medio de una visita cuantos habitantes que asistieron a las capacitaciones le dan un uso viable a los residuos orgánicos contaminantes.

Que por lo menos un 85% de los habitantes apoyen las iniciativas que surgen de la comunidad.

Se rectificara por medio de otras iniciativas que emerjan de las comunidades y que tanta continuidad y participación se dé en las mismas.

Que por lo menos haya una disminución del 30 % en el consumo de gas propano para actividades domésticas para el año 2016. Se puede verificar con un sondeo en ambas zonas en donde se registren pedido de gas propano a las empresas privadas y realizar un comparativo.

Mediante los estudios primarios que se hacen en las realizaciones de las actividades se podrá determinar cómo ha impactado el proyecto en el estado del suelo.

## **15.2 IMPACTOS ESPERADOS**

En los proyectos de gestión ambiental el desarrollo de las soluciones trascienden en el ámbito del entorno, un aire más puro que respira o un río más cristalino que admirar son retos que se logran a largo plazo. La actividad del hombre ocasiona daños contundentes a la naturaleza, incluso algunos daños son irreversibles y aquellos en los que la misma mano del hombre puede intervenir resulta de esfuerzos bastante grandes para que la misma naturaleza se recupere, es infructuosa anticipar cambios a corto plazo ya que se está modificando el entorno en el que el hombre se desarrolla.

A alternativa de solución para problemas ambientales imponen obligar al ser humano a desviar su alcance industrial y tratar de alcanzar más resultados con menos espacio disponible. Por lo que con este proyecto se espera:

Que al menos un 75% de los residuos orgánicos de cuy se transformen en Biogás.

Indicador: " Toneladas de Residuos Orgánicos transformadas en Biogás/  
Toneladas de Residuos Orgánicos contaminante\* 100

Para la verificación del anterior indicador se espera hacer un análisis 3 meses después d haber construido los Biodigestores y hacer un comparativo entre de la cantidad de estiércol de cuy que está contaminando el ambiente después de construidos los Biodigestores y la cantidad de estiércol contaminante ahora.

Que al menos un 85% de las viviendas en la población objeto de estudio sigan usando el Biodigestor como fuente de energía renovable.

Indicador: Viviendas con suministro de Biogás/Total de las viviendas \*100

Para la verificación del indicador se hace una visita luego de 6 meses de haber construido los Biodigestores y determinar cuantas viviendas aun hace uso de estiércol de cuy para obtener energía.

Que al menos un 20% adicional de viviendas en los primeros 5 meses opten por el método de emplear fuentes de energía renovable.

Indicador: Viviendas adicionales con suministro de Biogás/Total de las viviendas \*100

Se analizará el número de solicitudes en la región para la construcción de Biodigestores para suministro de Biogás domiciliario.

Que al menos un 85% de los habitantes hagan uso de los conocimientos aprendidos en los talleres de manejo de residuos sólidos y desarrollo sostenible.

Indicador: Habitantes con iniciativas sostenibles / El total de habitantes \*100

Se determinara por medio de una visita cuantos habitantes que asistieron a las capacitaciones le dan un uso viable a los residuos orgánicos contaminantes.

Que por lo menos un 85% de los habitantes apoyen las iniciativas que surgen de la comunidad.

Indicador: Habitantes comprometidos a favor de la iniciativa/Total de habitantes comprometidos \*100

Se rectificara por medio de otras iniciativas que emerjan de las comunidades y que tanta continuidad y participación se de en las mismas.

Que por lo menos haya una disminución del 30 % en el consumo de gas propano para actividades domésticas para el año 2016.

Indicador: Consumo de gas propano año 2015- Consumo de gas propano año 2016 \*100

Se puede verificar con un sondeo en ambas zonas en donde se registren pedido de gas propano a las empresas privadas y realizar un comparativo.

Que los niveles de erosión del suelo hayan disminuido en un 20% para el año 2017

Erosión del suelo año 2015- Erosión del suelo año 2017 \*100

Mediante los estudios primarios que se hacen en las realizaciones de las actividades se podrá determinar cómo ha impactado el proyecto en el estado del suelo.

### 15.3 ANALISIS DE RIESGOS

**Cuadro 17. Análisis de riesgos**

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	EFEECTO	IMPACTO	CONSECUENCIA
la contaminación ambiental siga aumentando	Probable	LA POBLACION SIGA TRABAJANDO DE MANERA INADECUADA	Medio	Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del usuario, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.
no hay un compromiso de la población para darle un buen manejo de los biodigestores	Probable	mal manejo de los biodigestores debido a la falta de compromiso con el medio ambiente	ALTO	Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del usuario, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.
baja capacitación en la producción de energía limpia	Probable	población mal capacitada en el tema de energía limpia generara baja satisfacción del proyecto	Medio	Moderada probabilidad de que el servicio defectuoso llegue al usuario
la población del proyecto no se beneficie económicamente	Probable	la capacidad de los biodigestores no compensa las necesidades de la población afectada	ALTO	Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del usuario, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa
que la producción de cuy disminuya	Probable	enfermedades causadas por los cambios de clima	Alto	Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del usuario, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa

Cuadro 17. (Continuación).

que el proyecto no de los resultados esperados	Probable	mal funcionamiento de los biodigestores	Medio	Seguimiento control y apoyo a la implementación de las herramientas en su actividad
que las capacitaciones sea dadas por personas con bajo conocimiento en el tema	Ocasional	que se contrate personas que cumplan los requisitos necesarios pero que no brinden un buen servicio	Medio	Moderada probabilidad de que el servicio defectuoso llegue al usuario
desconocer los beneficios de la energía limpia	Ocasional	Generar información errónea sobre los temas tratados en las capacitaciones	Medio	Moderada probabilidad de que el servicio defectuoso llegue al usuario

Fuente: esta investigación

## Cuadro 18. Matriz marco lógico

MATRIZ MARCO LÓGICO DE INTERVENCIÓN PROYECTO ....				
	Lógica de Intervención	Indicadores Verificables Objetivamente	Fuentes y medios de verificación	Hipótesis
Objetivo	Generación de Iniciativas de Innovación en Sostenibilidad	Toneladas de "cuyinasa" transformadas en Biogas/ Toneladas de "cuyinasa" contaminante" 100	Cantidad de estiércol de cuy que generen contaminación.	El desarrollo sostenible como generador de bienestar en la sociedad
Objetivos específicos	¿Qué objetivos específicos debe lograr la investigación como contribución al objetivos general?	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Objetivo #1	Concepción de conocimiento a partir de la práctica en actividades pertinentes a la producción de biogás y el desarrollo sostenible	Viviendas con suministro de Biogas/Total de las viviendas *100	viviendas con suministro de Biogas en los corregimientos de Mapachico municipio de Pasto y La Victoria municipio de Ipiales	Los habitantes de Mapachico y La Victoria estan dispuestos a capacitarse en actividades pertinentes a la produccion de Biogas y el desarrollo sostenible
Objetivo #2	Aprovechamiento de Residuos Solidos	Residuos solidos tratados/ Residuos solidos contaminantes *100	Cantidad de residuos organicos debidamente	concebir a los residuos solidos como algo util y no como algo que se debe desechar.
Resultados esperados	Los resultados son los logros que permiten alcanzar el objetivo específico ¿Cuáles son los resultados esperados?	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Objetivo #1. Resultado 1	Conocimiento tecnico en la generacion de Biogas gracias a talleres porporcionados por MinAmbiente y dictados por personal capacitado y con experiencia en el	Habitantes con el conocimiento tecnico/ El total de habitantes *100	Talleres sobre la generacion de Biogas dictados por MinAmbiente en el sur Occidente de Colombia.	MinAmbiente muestra interes en la generacion de Biogas como alternativa para el desarrollo sostenible en los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y la Victoria en el
Resultado 2	Conocimiento tecnico en la generacion de Biogas gracias a ejercicios realizados por empresas privadas en los 2 corregimientos donde se permita realizar ensayos en el tema de la generacion de biogas, y	Habitantes con el conocimiento tecnico/ El total de habitantes *101	Empresas que han participado activamente con el sector rural en el desarrollo de fuentes de energia sostenible en el departamento de Nariño.	La empresa privada accede a ofrecer capacitaciones en la generacion de Biogas a partir de residuos solidos para los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y la Victoria en el Municipio de Ipiales.
Resultado 3	Conocimiento tecnico en la generacion de Biogas gracias a talleres porporcionados por la universidad de Nariño con ejercicios	Habitantes con el conocimiento tecnico/ El total de habitantes *102	Talleres sobre la generacion de Biogas y desarrollo sostenible dictados por profesores de el Programa de Ingenieria	La universidad de Nariño y el Programa de Ingenieria Ambiental muestran total interes en el tema pues lo ven como un campo propicio para el desarrollo de
Objetivo #2. Resultado 1	Aprovechamiento de Residuos organicos apartir de la comercializacion de los mismos como abono organico en la actividad	Cantidad de residuos organicos comercializados como abono /Total de residuos solidos *100	venta de abono organico a base de estiércol de cuy en corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y la	Existe una demanda en la adquisición de abono organico a base de estiércol de cuy debido a la creciente actividad agricola en los corregimientos de
Resultado 2	Aprovechamiento de Residuos Organicos Solidos apartir de la producion de composta util para las actividades de siembra.	Cantidad de residuos organicos convertidos en composta /Total de residuos organicos *100	Hectareas de cultivo que usan composta apartir del estiércol de cuy en los corregimientos de Mapachico en el municipio	La composta apartir del estiércol de cuy se considera de mucha utilidad por los agricultores en los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y la
Resultado 3	Aprovechamiento de Residuos organicos con la implementacion de Biodigestores domiciliarios para la produccion de Biogas.	Viviendas con Biodigestores funcionales/Total de viviendas *100	Cantidad de biodigestores construidos en los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y la	Habitantes en los corregimientos de Mapachico en el municipio de Pasto y la Victoria en el Municipio de Ipiales optan por la implementacion de Biodigestores,

Fuente: esta investigación

## CONCLUSIONES

La cantidad de estiércol de cuy depende de su nutrición, cantidad de comida suministrada y la edad de cuy, por tal razón es necesario tecnificar los criaderos de estos ejemplares, para establecer el tipo y cantidad de comida suministrada, para así encontrar un valor próximo para establecer una cantidad de estiércol de cuy estable.

La mayor cantidad de estiércol del cuy generado, se puede encontrar en los meses intermedios de cada año, en estos meses se tiene una disminución del consumo del cuy, por ende se tiene una mayor acumulación de ejemplares y una mayor producción de estiércol.

La buena tecnificación de los criaderos de cuy contribuyen en una mejor calidad de biogás, como lo es la separación del estiércol de la orina del cuy, ya que la orina contiene amoníaco lo cual inhibe el desarrollo de las bacterias metanogénicas.

Teniendo en cuenta las diferentes mezclas de materiales con las que se realizaron los ensayos, la más eficiente fue la mezcla del prototipo 1. Al hablar de eficiencia se refiere a que la mezcla produjo mayor cantidad de biogás con menor cantidad de melaza como se referencia en la cantidad de volumen producido.

En los biodigestores que tenían la mayor cantidad de melaza, se observó que se necesitaba mayor tiempo de retención para producir poco biogás, esto pudo ser debido a la cantidad de azúcares, por lo que sería mucho más interesante estas mezclas para producir bioetanol en lugar de biogás.

La producción de biogás a partir de estiércol de cuy, es viable con los resultados obtenidos en laboratorio con una apta relación carbono/nitrógeno.

La composición de gas obtenida de los biodigestores, contiene la mayor proporción en gas metano.

La relación 1:3:1, estiércol, agua y melaza, es óptima para la producción de biogás a partir del estiércol de cuy.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CASTILLO, Daladier y VARGAS, Tito. Obtención de biogás a partir de excremento de cuy en condiciones ambientales en Tacna. Perú: s.n., 2011. 320 p.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, Consultas en línea, peticiones, quejas y reclamos. [en línea] [citado 2015-03-22] Disponible en internet: <http://corponarino.gov.co/modules/informacionciudadano/>

LOZADA JEREZ, José Alejandro. Obtención de biogás en base a mezclas de gallinaza con residuos orgánicos de cerdo y cuy. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013. 180 p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Licuado del petróleo. [en línea] [citado 2015-09-22] Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/gas-licuado-de-petroleo-glp-1>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). Manual de Biogás. ISBN: 978-95-306892-0. [en línea] [citado 2015-09-22] Disponible en internet: [http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/FAO/manual\\_biogas.pdf](http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/FAO/manual_biogas.pdf)

SILVA, Juan Pablo. Tecnologías del Biogás. Cali: Universidad del Valle, 2002. 500 p.

TAHERZADEH, M. Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: a review. USA: International journal of molecular sciences, 2008.

VASQUEZ, Arturo. La organización económica de la industria de hidrocarburos. Perú: Mercado Del Gas Licuado De Petróleo, 2005. 280 p.