



**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS “JOSÉ MARTÍ
PÉREZ”**

**FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS Y EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Trabajo de Diploma

TÍTULO: Evaluación del impacto ambiental generado por el montaje y operación de una planta de producción de biogás a partir del suero de quesería.

Autor: Pablo Echemendia González.

Tutor: Ing. Jorge Enríquez González Herrera.

Curso 2018-2019

Sancti Spíritus, 2019.
“Año 61 de la Revolución”

Pensamiento.

“Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales: el hombre.”

Fidel Castro Ruz

Agradecimientos

- A nuestro Comandante Fidel y La Revolución por darme la posibilidad de estudiar.**
- A mis profesores por su paciencia, dedicación y esfuerzo porque llegara este momento.**
- A mis compañeros de estudio que en todo momento me apoyaron.**
- A mi tutor.**
- A todo el que de una forma u otra contribuyó a la realización de este trabajo.**
- A todo aquel que me alentó en llegar al ansiado fin.**

Dedicatoria

Resumen

En este trabajo se hace una evaluación del impacto ambiental del futuro montaje y operación de una planta de producción de biogás a partir de suero de quesería, para así hacer uso del potencial biodegradable del residuo antes expuesto: el suero de quesería de la Fábrica de Queso Mérida del municipio Yaguajay como fuente alternativa de energía renovable, evitando con ello la contaminación que provocan estos desechos al medio ambiente. Se realizó el marco teórico con la consulta de varias bibliografías. Se emplearon métodos del nivel teórico, histórico lógico y empírico. Con la revisión de la bibliografía correspondiente se seleccionó la metodología de Conesa-Fernández. Se hizo una caracterización de los factores ambientales presente en la zona, Se determinaron las acciones que afectaban los factores ambientales dando como resultado los impactos ambientales que provocan la instalación del biodigestor en dicha fábrica, desde su etapa inicial del medio hasta la etapa de funcionamiento. Se pudo identificar los factores más impactados con lo cual se confeccionó un plan de medidas para mitigar el impacto calculado.

Palabras Claves: Suero de quesería, biodigestor; impacto ambiental.

ABSTRACT

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO 1: Producción de biogás a partir del suero de quesería y su Impacto Ambiental.....	14
1.1. Producción de biogás a partir del suero de quesería.....	15
1.2. Evaluación del Impacto Ambiental.....	16
1.2.1. Marco Legal.....	17
1.2.2. Objetivo de la Evaluación del Impacto Ambiental.....	18
1.2.3. Estudio Impacto Ambiental.....	19
1.2.4. Ventajas de la Evaluación del Impacto Ambiental.....	20
1.3. La Evaluación del Impacto Ambiental en un Proyecto.....	20
1.3.1. Identificación y Valoración de los Impactos.....	21
1.3.2. Identificación de los Factores Ambientales.....	22
1.3.3. Tipificación de los Impactos Ambientales.....	23
1.4. Metodología para la Identificación y Valoración de Impactos.....	24
1.5. Métodos de Evaluación del Impacto Ambiental.....	25
CAPÍTULO 2: Procedimiento general para la medición del impacto ambiental generado por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir de suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay.....	30
2.1. Introducción.....	30
2.2. Metodología para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás.....	30
2.2.1. Descripción de las Fases Metodológicas.....	32
2.3. Caracterización del Ecosistema donde se encuentra situada la Fábrica teniendo en cuenta los factores ambientales.....	42
2.3.1. Caracterización de los Factores Ambientales.....	42
CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	45
3.1. Introducción.....	45
3.2. Caracterización de los factores ambientales.....	45
3.3. Selección y Validación de la Metodología.....	47
3.3.1. Determinación de las Acciones Impactantes.....	48
3.3.2. Resultados de los factores ambientales impactados.....	48
3.3.3. Plan de medidas para mitigar los impactos ambientales.....	58

Conclusiones:.....	60
Recomendaciones:	61
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:	62
Anexos	66

INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial actual sobre el tema del medio ambiente está dirigida hacia una nueva cultura ambiental: la cultura de la prevención voluntaria de la contaminación, del manejo sustentable de los recursos naturales y de la seguridad industrial. Por ello se exige cada vez con mayor fuerza que, tanto empresas como productos, sean amigables con el medio ambiente; al mismo tiempo que tiene lugar un proceso de inserción en un mercado que cada día exige más que los procesos productivos, productos y servicios se ajusten a las exigencias que garanticen la conservación del medio ambiente. Actualmente se realizan grandes esfuerzos a nivel global para evitar o corregir el deterioro ambiental, tanto a nivel micro como macroeconómico (Francia Núñez, 2013).

La celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992 hizo que se produjeran en muchos países cambios sustanciales en las políticas de protección ambiental, concentrándose la mayor parte de las iniciativas nacionales en el establecimiento de mecanismos regulatorios, fundamentalmente la promulgación o el perfeccionamiento de la legislación ambiental (CIGEA, 2010).

La industria láctea, como la mayoría de las agroindustrias, genera aguas residuales sólidas caracterizadas por una elevada demanda biológica de oxígeno y demanda química de oxígeno que representan alto contenido de materia orgánica (Demirel, Yenigun, & Onay, 2005); al respecto, aproximadamente 90 % del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero el cual retiene cerca de 55 % del total de ingredientes de la leche como sales minerales, lactosa, proteínas solubles y lípidos (Parra, 2009); estas tres últimas sustancias orgánicas son responsables del 97 % total de la demanda química de oxígeno (Demirel et al., 2005). Teniendo en cuenta lo anterior el lactosuero es definido como la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso (Parra Huertas, 2009).

La producción mundial de lactosuero que se genera es más de 145 t/d (Globos, 2008). El lactosuero causa graves problemas de contaminación, ya que es un

contaminante orgánico alto con una demanda química de oxígeno de 60-80 g/L. Por lo anterior, la aplicación de tratamiento aeróbico es ineficaz, debido principalmente al costo de la suplementación de oxígeno, así como a la generación de lodos más altos (Gannoun, Khelifi, Bouallagui, Touhami, & Hamdi, 2008).

A pesar de las diferentes posibilidades de utilización de suero de leche, aproximadamente la mitad del suero de queso producido en todo el mundo se descarta sin tratamiento (Parra Huertas, 2009).

La opción de gestionar el lactosuero mediante una valorización energética es una de las alternativas de gran interés del aprovechamiento energético por digestión anaerobia. Debido a las características propias del lactosuero, como el alto contenido de proteínas, lactosa y minerales, lo hacen un sustrato adecuado, para la producción de biogás(Parra Huertas, 2009). El porcentaje de metano presente en el biogás proveniente del suero lácteo varía entre un 60% y 80% componente mayoritario que se aprovecha como fuente de energía renovable que puede ser usado como combustible, además de proporcionar calor y electricidad. (Repullo Labrador, 2009).

En Cuba los biodigestores constituyen una valiosa alternativa para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en las empresas agropecuarias, pues permiten disminuir la carga contaminante, mejorar la capacidad fertilizante del material, eliminar los malos olores y se genera una energía renovable denominada biogás, un gas combustible que puede utilizarse para cocer alimentos, calentar agua, generar electricidad y obtener luz directamente usando lámparas de gas (Campos Cuní, 2011).

Las personas se acercan con espíritu cada vez más crítico a las obras o proyectos de desarrollo que las afectan y a la infraestructura técnica asociada a ellos, al constatar en muchos casos la incidencia negativa que pueden tener sobre su salud y calidad de vida. Ello ha conllevado a la creación e implementación a nivel internacional de instrumentos de planificación y control ambiental como la evaluación del impacto ambiental, proceso que en el caso de Cuba, entró en vigor

en septiembre de 1995, al amparo de la Resolución 168/95 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

La evaluación del impacto ambiental, iniciada desde las etapas tempranas del ciclo del proyecto, permite integrar la dimensión ambiental al necesario desarrollo, facilitando la toma acertada de decisiones. Sin embargo, aún este proceso adolece de importantes insuficiencias al abordar el análisis de los diferentes factores o variables del medio natural y socioeconómico y valorar los impactos que las actividades de los proyectos producen sobre él (Arroyo, 2007b).

En nuestro país el lactosuero está presente en todas sus zonas geográficas ya que existe una tradición ganadera a lo largo y ancho del país, de ahí que se generen medidas para mitigar sus efectos al medio ambiente. En la provincia de Sancti-Spíritus existen 2 fábricas, las cuales su producción está dirigida a la obtención de derivados de la leche, lo que genera gran cantidad de este residuo líquido con alta carga contaminante; una de ellas es La Fábrica de Quesos Mérida, ubicada en el municipio Yaguajay.

Bajo estos antecedentes, el presente trabajo surge por la siguiente **situación problemática**: se desconoce los impactos ambientales que provocará el montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida Yaguajay.

Problema científico: Elaborar y ejecutar un procedimiento para evaluar el impacto ambiental del montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay.

Objetivo General: Evaluar el impacto ambiental del montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay.

Se definieron como **objetivos específicos**:

1. Desarrollar un marco teórico referencial que sirva de soporte teórico y guía para la investigación, en el cual se profundice en la producción de biogás a través del suero de quesería y su impacto ambiental.
2. Elaborar las acciones para medir el impacto ambiental.
3. Evaluar el impacto ambiental del montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay.
4. Proponer medidas para reducir el impacto ambiental.

El **objeto de estudio** de este trabajo es la evaluación del impacto ambiental y se identifica como **campo de investigación** el impacto ambiental del montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería.

La investigación se realizó en las UEB Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay, de la provincia de Sancti Spíritus. Como parte del diseño metodológico de la investigación se incorporaron diferentes métodos, los cuales se describen a continuación:

Métodos Teóricos

Análisis y síntesis: se utilizan para la obtención de la información de la bibliografía consultada.

Histórico-lógico para estudiar antecedentes, causas, condiciones históricas en las que surgió el problema.

Sistémico-estructural para elaborar las acciones a aplicar y el carácter sistémico de la evaluación del impacto ambiental.

Inductivo-deductivo para el análisis de los datos, determinar irregularidades, sus causas y sus vías de solución.

Métodos Empíricos

Observación: se utilizó para recopilar información en diferentes etapas del desarrollo de la investigación.

Análisis estadísticos: para el procesamiento de datos y evaluaciones del proceso de los impactos.

Significación Práctica: El resultado de esta investigación contribuirá al conocimiento del impacto ambiental por la producción de biogás.

Significación Social: El trabajo aportará información específica y clave para la medición del impacto ambiental debido a la producción de biogás.

CAPÍTULO 1: Producción de biogás a partir del suero de quesería y su Impacto Ambiental.

Es necesario para la correcta realización de una investigación, el desarrollo de un profundo análisis bibliográfico sobre el tema a tratar, pues este constituye el pilar fundamental que sustenta al proceso investigativo. El análisis bibliográfico constituye esencialmente en detectar, obtener, consultar la bibliografía y luego extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe al problema científico a resolver. Uno de los principales objetivos que persigue es fijar la investigación dentro de un conjunto de conocimientos, que permita orientar los pasos de forma adecuada a los términos que se utilicen (Hernández Aro, 2006).

El presente capítulo se sustenta en el análisis de la bibliografía y otras fuentes consultadas con vistas a lograr una conceptualización objetiva de las principales definiciones y tendencias a abordar en la investigación. Para ello se hace prudente la revisión del Hilo Conductor que inserta un análisis de los aspectos teóricos relacionados con Producción de biogás a partir del suero de quesería y su Impacto Ambiental

En la Figura 1.1 se muestran en el hilo conductor seguido para la construcción del Marco Teórico Referencial

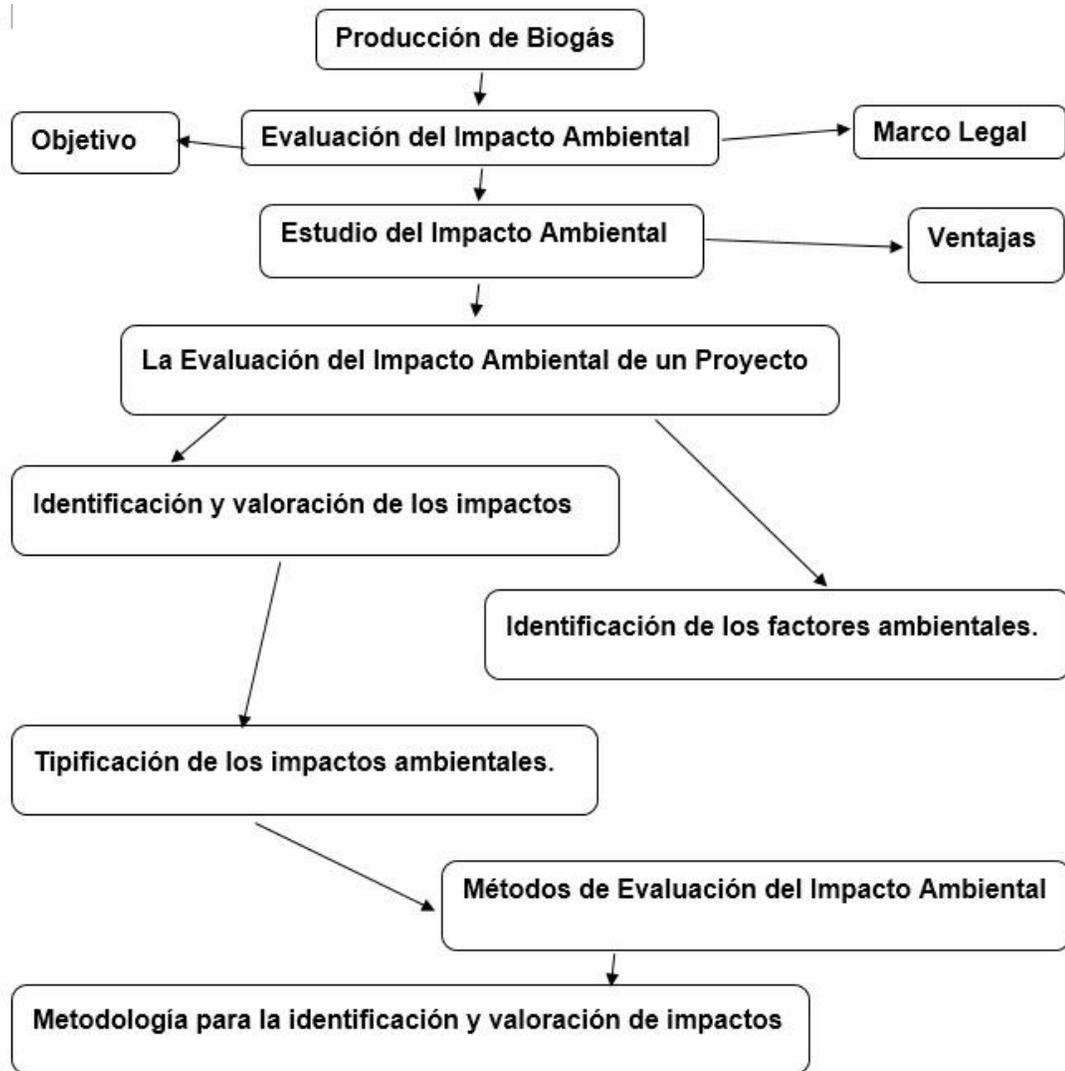


Figura 1: Estrategia para la construcción del Marco Teórico-Referencial de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

1.1. Producción de biogás a partir del suero de quesería.

En “Modelamiento matemático de la producción de biogás a partir de lactosuero” (Velasco, 2014), su propósito principal del trabajo fue construir modelos matemáticos que faciliten describir el proceso de digestión anaerobia por el que debe pasar el suero lácteo para la producción de biogás, además de analizar el efecto de cada una de las variables involucradas como temperatura, carga orgánica, y pH, llegando a la conclusión de que el biogás generado a partir de suero lácteo como sustrato puede

ser una alternativa de gran potencia, con la desventaja de ser un proceso difícil de controlar, además logró desarrollar modelos matemáticos para balance de materia y fenómenos de transporte (Velasco, 2014).

La principal limitación para tratar el suero de queso sería radica en su gran facilidad de acidificar, principalmente cuando se utilizan velocidades de carga orgánica elevadas, donde la fase acidogénica y la metanogénica se extienden hacia la parte superior del reactor, ocasionando la inestabilidad del sistema (Yan, Lo, & Liao, 1990). Esa inestabilidad del proceso metanogénico durante el tratamiento anaerobio del suero de queso puede ser ocasionada por la gran cantidad de compuestos ácidos generados por la fermentación de la lactosa, la presencia y acumulación de estos ácidos producen un descenso en el pH, promoviendo el crecimiento de bacterias acetogénicas e inhibiendo la actividad metanogénica (Ranalli, Andreoni, Bonfanti, CORRADINI, & SORDINI, 1995).

1.2. Evaluación del Impacto Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes (Conesa Fernández-Vítora, 1993).

Otro concepto, es el proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo. También se puede definir como un conjunto de técnicas que buscan como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza. Se introdujo por primera vez en Estados Unidos en 1969 como requisito de la National Environmental Policy Act (Ley Nacional de Políticas sobre el medio ambiente, comúnmente conocida como NEPA). Desde entonces, un creciente número de países (incluida la Unión Europea) han adoptado la evaluación

del impacto ambiental, aprobando leyes y creando organismos para garantizar su implantación.

De una forma más amplia, la evaluación del impacto ambiental se define como la identificación y valoración de los impactos potenciales de planes, proyectos, programas o acciones normativas respecto a los componentes físicos, químicos y biológicos, culturales, económicos y sociales, con el fin de que mediante la planificación y la correcta toma de decisiones se desarrollen aquellas actuaciones más compatibles con el medio ambiente(Canter, 1998).

Mientras(Alcázar, 1998) lo define como un ejercicio de predicción y prevención de una incidencia no deseada en el ambiente y por ende en la sociedad de una acción futura, llevada a cabo a través de un procedimiento jurídico administrativo, se vale de las informaciones que le aportan todas las herramientas y recursos antes mencionados para asegurar la máxima fundamentación y razonabilidad, asegurando procedimientos administrativos. Adoptar decisiones, por parte de las autoridades públicas responsables, caracterizadas por la máxima viabilidad ambiental, económica y legitimidad social.

1.2.1. Marco Legal.

Para que un ordenamiento jurídico contribuya a la protección del Medio Ambiente, el país en cuestión debe tener regulado en su constitución la Protección Ambiental, pues es la norma a la que se subordinan los demás instrumentos legales.

La Constitución de la República de Cuba recoge elementos de protección ambiental desde 1976, siendo modificada en agosto de 1992, después de la Cumbre de Río(Sequeiros, 1998). Su artículo No 27, dispone que el Estado proteja el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. En este documento se estipula que todos los ciudadanos tienen el derecho de vivir en un ambiente sano y disfrutar de una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, en tanto los seres humanos constituyen el objetivo

esencial del desarrollo sostenible(Ley, 1981). Para realizar cualquier estudio de impacto ambiental se debe tener en cuenta (Resolución, 1999), del CITMA, "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental". En su primer capítulo, el artículo 1 hace referencia al artículo 27 de la Ley No 81 antes mencionada, comprende la solicitud de una licencia ambiental, el estudio en los casos en que se proceda y una evaluación de impacto propiamente dicha. En su artículo 2 recoge que a los efectos del presente reglamento considera autoridad responsable en el sistema al CITMA, al Centro de Inspección y Control Ambiental de la Agencia de Medio Ambiente y a los delegados provinciales o a la persona en quienes éste delegue en cada territorio.

En el análisis sobre el tema se destacan las consideraciones de(Delgado Díaz, 2002), al explicar las funciones de la familia ISO- 14000, la cual se encarga de establecer los estándares relacionados con los sistemas de gestión medio ambiental que resultan valiosos instrumentos para ayudar a las instituciones a llevar a cabo políticas, objetivos y metas medio ambientales.

1.2.2. Objetivo de la Evaluación del Impacto Ambiental.

El objetivo principal de la EIA es evitar que las actividades efectuadas en la fábrica produzcan una serie de alteraciones negativas al medio. Para el proceso de la Evaluación se destacan distintos modelos u métodos empleados como es el caso de la elaboración de matrices para respectiva ponderación, que va a depender de la gravedad que tenga. La valoración de los impactos ambientales, se realiza mediante el uso de diferentes atributos de impacto y elementos ambientales(Abellan & Morote, 2006).

Puesto que el desarrollo de políticas suele ser progresivo, muchas veces resulta difícil definir cuándo puede tener efectos ambientales significativos una nueva política o un cambio a una política ya establecida. Sin embargo, el objetivo primordial de la evaluación del impacto ambiental es que las evaluaciones se lleven a cabo sólo si es probable que ocurran impactos ambientales significativos (Clark, 1997).

Entre otros objetivos de la evaluación del impacto ambiental están:

a) Asegurar que las consideraciones ambientales sean explícitamente expresadas e incluidas en el proceso de toma de decisión.

b) Anticipar y evitar, minimizar y compensar los efectos negativos significativos biofísicos, sociales y otros relevantes de la propuesta de desarrollo.

c) Proteger la productividad y capacidad de los sistemas naturales y sus procesos ecológicos.

d) Promover el desarrollo sostenible optimizando el uso de los recursos y la gestión de oportunidades(Mora-Barrantes, Molina-León, & Sibaja-Brenes, 2016).

1.2.3. Estudio Impacto Ambiental.

El Estudio de Impacto Ambiental (EslA), se puede definir como un proceso de investigación, predicción, interpretación y comunicación de los posibles efectos que un determinado proyecto puede tener en el medio ambiente (Canter, 1998).

Se considera importante la evaluación de impactos ambientales debido a que los grandes proyectos o actividades afectan en gran parte a los componentes físico-químico, biótico, cultural y socioeconómico del ambiente. Este daño ocasionado por la ejecución de las actividades se ve traducido en los aspectos de la salud, de la economía y del factor cultural. Donde se identifican, describen y valoran los impactos ambientales(Toro, 2009).

Según (Fernández-Vítora, 2009) “Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la evaluación del impacto ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno”.

Es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, y sobre la base del que se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Este estudio deberá identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales(Berná Sigüenza, 2017).

Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en que medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud del sacrificio que aquél deberá soportar.

En conclusión, el Estudio de Impacto Ambiental es un elemento de análisis que interviene de manera esencial en cuanto a dar información en el procedimiento administrativo que es la evaluación del impacto ambiental, y que culmina con la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

1.2.4. Ventajas de la Evaluación del Impacto Ambiental.

Según(Leal, 1997) las ventajas son las siguientes:

- Reducir el impacto limitando el grado o magnitud de la actuación y su realización.
- Rectificar el impacto rehabilitando, reparando o restaurando el medio afectado.
- Minimizar un impacto tras un período de tiempo mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida de la actuación.
- Compensar el impacto al reemplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos.

1.3. La Evaluación del Impacto Ambiental en un Proyecto.

La evaluación de impacto ambiental es muy útil para la empresa ya que una vez que se ha realizado el estudio dispondrá de una idea general de los daños y beneficios que se ocasionarán, y de cómo debe actuar la organización para tomar las medidas correctas con la finalidad de garantizar el menor daño posible al ambiente. Adicionalmente la empresa tendrá una garantía de funcionamiento por el solo hecho de la evaluación realizada y su manera de contrarrestar los daños(Coria, 2008).

En la evaluación de impactos ambientales (EIA) se realizará un documento técnico que defina o condicione la localización y la realización de planes y programas, y la intervención que tendrá el medio natural. Como se muestra en la figura 1, se puede

definir al impacto ambiental como la alteración significativa de los sistemas naturales que son transformados en recurso o productos, y esto a su vez son provocadas por la acción humana.

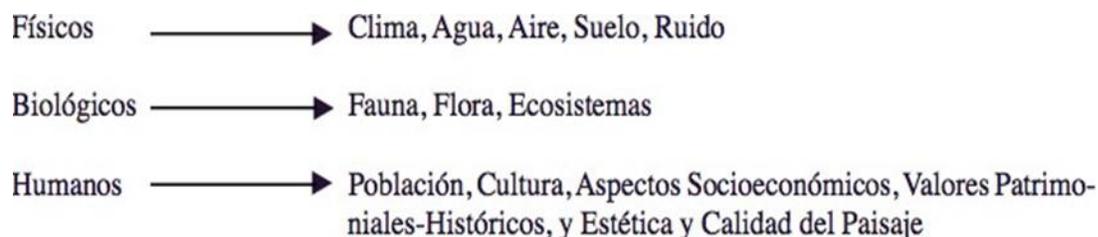


Figura 1: Integración de sistemas físicos, biológicos y humanos en la dimensión ambiental.

Fuente: Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa Fernández-Vitora et al., 1997).

Otra definición es que es un conjunto de actividades coordinadas que una organización usa para conseguir que sus activos entreguen resultados y objetivos de manera sostenible. Soporta el logro de los beneficios con un balance entre costo, el riesgo y el desempeño organizacional. Sólo puede ser efectiva cuando considera los objetivos organizacionales y dentro del contexto operacional de la organización.

El Real Decreto 1.131/1988 del 30 de septiembre, que aprueba el Reglamento sobre Evaluación del Impacto Ambiental, define en su artículo quinto: «Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental, el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente».

Es un instrumento de conocimiento al servicio de la decisión y no un instrumento de decisión.

1.3.1. Identificación y Valoración de los Impactos.

La identificación y valoración de los impactos se refiere a la investigación, de los daños que causa determinada actividad y la magnitud del impacto que será a futuro, con la finalidad de poder establecer una calificación que de una u otra manera nos

brinde una idea de la importancia que tiene determinado impacto en el medio, en esta etapa se estudia cada una de las actividades.

Para la predicción y valoración del impacto ambiental se requiere proyectar al futuro del estado en el medio ambiente del lugar donde se está aplicando determinada actividad comercial, así como determinar las condiciones ambientales existentes, es decir en lo que se conoce como “estado actual”. También es importante y necesario establecer el área de influencia de la actividad comercial, entendiéndose ésta como la región del ambiente que va a ser alterada directa o indirectamente por la actividad(Calderón, Prada, & Loyo, 2013).

1.3.2. Identificación de los Factores Ambientales.

El medio tendrá una mayor o menor capacidad de acogida de una determinada actividad, en función de los efectos que sobre los principales factores ambientales causan sus acciones identificadas anteriormente. Como se muestra en la Tabla 1.1, Los factores ambientales son los diversos componentes del ambiente entre los cuales se desarrolla la vida, se lo denomina como “recurso ambiental”, por lo que es necesario identificar, valorar y optimizar los recursos.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL
NATURAL	FISICO QUIMICO	Suelo Agua Aire Clima
	BIOTICO	Flora Fauna
	PERCEPTUAL	Paisaje
SOCIO-ECONOMICO	ECONOMICO	Población Uso y ocupación Transporte Economía Familiar Infraestructura
	CULTURAL	Patrimonio arqueológico . Calidad de vida Salud.

Tabla 1.1: Factores Ambientales.

Fuente: Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa Fernández-Vítora et al., 1997).

1.3.3. Tipificación de los Impactos Ambientales.

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes. El término impacto no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos. En la Tabla 1.2 se muestra clasificación de los tipos de impactos.

CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS	Por la variación de la calidad ambiental	Positivo	
		Negativo	
	Por la intensidad (grado de destrucción)	Notable o muy alto	
		Mínimo o bajo	
	Por la extensión	Puntual	
		Parcial	
		Externo	
		Total	
	Por el momento en que se manifiesta	Latente	Corto plazo (1 año)
			Mediano plazo (< a 5 años)
			Largo plazo (> a 5 años)
		Inmediato	
	Por su persistencia	Temporal	Fugaz: la duración del efecto es menor a 1 año.
			Temporal: entre 1 y 3 años

		Pertinaz: entre 4 y 10 años
		Permanente
Por su capacidad de recuperación		Irreversible
		Reversible
		Mitigable
		Recuperable
		Fugaz
Por la relación causa		Directo
		Indirecto
Por la interrelación		Acumulativo
		Simple
		Sinérgico
Por su periodicidad		Continuo
		Discontinuo
		Periódico
Por la necesidad de aplicación de medidas correctoras		Crítico
		Severo
		Moderado

Tabla 1.2: Impactos Ambientales.

Fuente: Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa Fernández-Vítora et al., 1997).

1.4. Metodología para la Identificación y Valoración de Impactos.

Existen diferentes tipos de metodologías que nos permite identificar y cuantificar los impactos ambientales. Una de las metodologías más utilizadas son el uso de matrices que nos permite detallar y cuantificar cada uno de los impactos encontrados, existen diferentes tipos de matrices con distintas metodologías pero al final los resultados que proporcionan estas matrices tienen coherencia entre ellas, debido a que el sistema de evaluación es la misma.

1.5. Métodos de Evaluación del Impacto Ambiental.

Diferentes técnicas metodológicas son aplicables al proceso de evaluación ambiental de un proyecto, siendo algunos métodos generales, otros de carácter más específico, no obstante sin importar el método, se pueden extraer técnicas, que con variaciones son muy útiles para el proceso de evaluación ambiental. Aunque algunos métodos o técnicas se diseñaron para proyectos concretos y su adaptación al proyecto de interés es difícil, pueden llegar a ser de gran utilidad (Salvador, Alcaide, Sánchez, & Salvador, 2005).

Las metodologías más usadas son: el Método de Leopold, las Listas de Chequeo, , el Método de Conesa Fernández-Vitora, el Método del CNYRPAB, el Método de Bereano, el Modelo de predicción y Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio o Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la técnica difusa complementada con el análisis multicriterio.

Apoyándose en la siguiente clasificación:

Métodos	Descripción
Métodos Ad-Hoc	La identificación, cuantificación y evaluación de los impactos las realizan un grupo de especialistas convocados para ese efecto y generalmente sin ninguna guía preestablecida
Matrices	Consisten en tablas de doble entrada útiles para la identificación de impactos a través de la interacción de los factores ambientales con las acciones del proyecto. Presentan la información en forma de matriz determinando así relaciones causa-efecto entre acciones e impactos.
Listados	Presentan acciones y/o impactos comúnmente asociados con ciertas etapas de determinados proyectos, de

	los cuales los analistas seleccionan los posibles impactos del proyecto.
Métodos de superposición	Se basan en la elaboración de una serie de mapas de factores ambientales que se superponen para indicar área de mayor impacto
Redes	Presentan las relaciones temporales y causativas entre impactos a través de la elaboración de esquemas que ilustran cuales son los impactos directos e indirectos.
Modelos de simulación	simulación Técnicas utilizadas para predecir estados futuros de parámetros ambientales específicos, por ejemplo, modelos de dispersión de partículas en el aire, modelos de contaminación de corrientes, etc.
Evaluación cualitativa de los impactos	Métodos en los cuales se emplean formas de ponderación para asignar pesos de importancia relativa en cada uno de los impactos o características ambientales, destacando así los más significativos.
Métodos integrales	Hacen posible la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, mediante adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación directa.

Tabla 1.3: Clasificación General de las metodologías de EIA.

Fuente: (Prada & Jesús, 2010).

El método de elección para evaluar el impacto ambiental, está en selección adecuada del método más apropiado para las necesidades específicas de cada proyecto. Las características relevantes para emplear algún método anteriormente descrito deben adoptar las siguientes particularidades:

- Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales de equipo evaluador y sus sesgos.
- Ser económicos en términos de costos y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

Las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto, además que deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con la aplicación continuada de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados.

- Método de Leopold((Burguera, 1985),(Crespí, 2000):

Este método consiste en un cuadrado de doble entrada matriz en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos.

En este método se fijan como número de acciones posibles 100, y 88 el número de factores ambientales, con lo que el número de interacciones posibles será de 88 por 100 igual 8800, aunque conviene destacar que, de estas, son pocas las realmente importantes, pudiendo construir posteriormente una matriz reducida con las interacciones más relevantes, con lo cual será más cómodo operar ya que no suelen pasar de 50.

Cada cuadrícula de interacción se dividirá en diagonal, haciendo costar en la parte superior la magnitud, M (extensión de impacto) presidido del signo + o -, según el impacto sea positivo o negativo en una escala de 1 al 10 (asignando el valor 1 la alteración mínima y el 10 a la máxima).

En el triángulo inferior constara la importancia, (intensidad o grado de incidencia) también en escala del 1 al 10. Ambas estaciones serializan desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de evaluador es multidisciplinar, la manera de operar será bastante objetiva en el caso que los estudios que han servido como base presenten un buen nivel de detalle y se haya cuidado la independencia de los componentes de dicho equipo.

El sumatorio por filas nos indicara las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y por tanto, su agresividad.

Así, la matriz se convierte en un resumen y en el eje del Estudio del Impacto Ambiental adjunto a la misma, que nos sirvió de base a la hora de evaluar la magnitud y la importancia.

Es importante destacar que se deben evitar duplicaciones en las interacciones obtenidas en la matriz, ya que se nos puede presentar la misma interacción con distintos nombres, camuflada como otra distinta haciendo que se estudie por duplicado a una misma interacción.

- Lista de chequeo((Bichachi, 2004),(González & Otero, 2003)):

Es un método de identificación muy simple, por lo que se usan para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto.

Sobre una lista de efectos y acciones específicas se marcan las interacciones más relevantes, bien por medio de una pequeña escala que puede ir de +2 a -2.

Esta lista irá acompañada de un informe detallado de los factores ambientales considerados, constituyendo en si el estudio de evaluaciones más que las mencionadas listas.

Existen varios tipos de listas según el grado de detalle que se observe en el estudio de evaluación, según el proyecto de que se trate, según el baremo de evaluación.

- Método del CNYRPAB(Aldana Millán, 2012):

Es un método de identificación que ocasiona un proyecto, obra o actividad.

Se utilizan dos matrices, la primera de las cuales es semejante a la de Leopold, en la que se realizan las condiciones iniciales del ambiente y el estado de los recursos naturales con las posibles acciones sobre el medio.

Se marcan las cuadrículas a las que corresponde un impacto directo y se le califica con un número de orden.

Estos impactos calificados se interrelacionan entre ellos mediante el empleo de una segunda matriz con objetivo de identificarlos impactos indirectos.

Así pues, se destacan los impactos directos e indirectos que produce una determinada acción y también a la inversa, es decir, se pueden analizar las causas que dan lugar a un impacto dado.

Es estático, ya que no se incluye la variable tiempo.

- Matriz de Conesa (Conesa Fernández-Vítora, 1993):

Permite hacer una valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados mediante una valoración ponderada de la importancia relativa de los factores y la importancia de los impactos sobre este factor.

Se determinan dos valoraciones: Absolutas y Relativas

A cada uno de estos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto es decir, por las consecuencias de aquel.

- Método Bereano (Pérez, Mazarredo, & Díaz, 2018):

Se basa en una matriz para la evaluación de los impactos asociados a las estrategias tecnológicas alternativas. Se compran alterativas tomando como base ciertos parámetros, seleccionados de manera que los efectos diferenciales que las distintas alternativas producirán sobre el Medio Ambiente.

CAPÍTULO 2: Procedimiento general para la medición del impacto ambiental generado por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir de suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay.

2.1. Introducción

En este capítulo se presenta el procedimiento general para la medición del impacto ambiental por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería en la Fábrica de Quesos Mérida de Yaguajay. Además se presenta un análisis sobre la metodología para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales por la instalación de un biodigestor.

2.2. Metodología para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás.

Para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos, se utiliza como metodología principal la de (Conesa Fernández et al., 1995) además que para su elaboración se partió de los criterios de los expertos, Guía para la Realización de las Solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental, propuestas por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente y el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA) en su versión vigente del 2009, adaptadas a las condiciones específicas del objeto de investigación y las referencias de los trabajos de evaluación de impactos consultados como los de, (Espinosa, 2002), (Hernández-Columbié & Ulloa-Carcaces, 2014), (López, 2003) y (Aguilera, 2003), entre otras. Utilizando la observación directa, consultas de expertos, escenarios comparados, las encuestas y entrevistas.

Partiendo de lo antes expuesto se estableció una metodología que consta de las siguientes etapas:

1. Identificar las acciones por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir de suero de quesería.

2. Identificar los factores del medio susceptibles de recibir impactos producto de las acciones.
3. Identificar los principales impactos ambientales producidos por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás.
4. Evaluar cada impacto aplicando los parámetros definidores de impactos propuestos por la metodología Conesa-Fernández.
5. Diseño de medidas para mitigar los impactos ambientales.

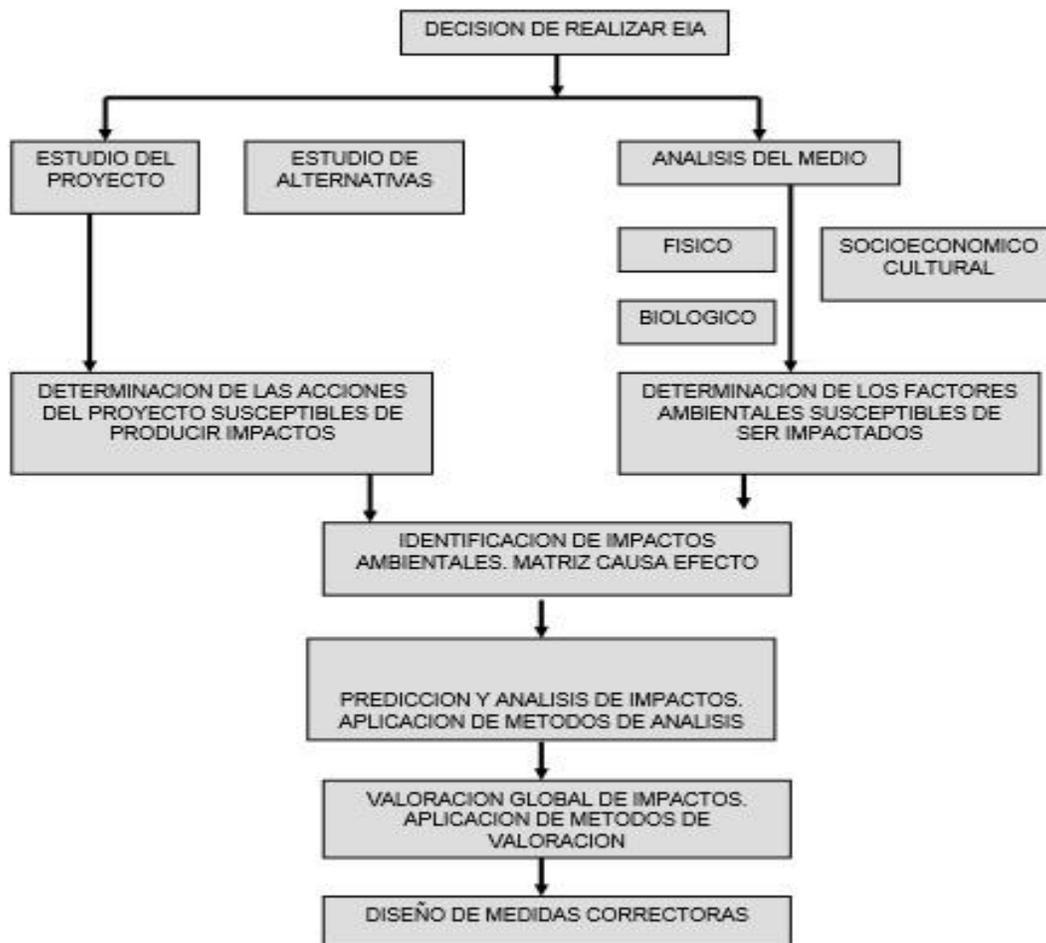


Figura 2.1: Secuencia para la elaboración de una Evaluación del Impacto Ambiental.

Fuente: (Arroyo, 2007a).

2.2.1. Descripción de las Fases Metodológicas.

1. Identificación de las acciones de la instalación, en esta fase se visitó la fábrica para identificar todas las acciones que se llevan a cabo, capaz de provocar algún impacto. Para ello utilizamos los diferentes métodos y técnicas de investigación acorde con el objeto de estudio. Anexos1 (Encuesta) Anexo 2 (Entrevista).

Las plantas de producción de biogás con fines energéticos deben estar provistas de las siguientes etapas:

Diagrama de la planta de biogás.

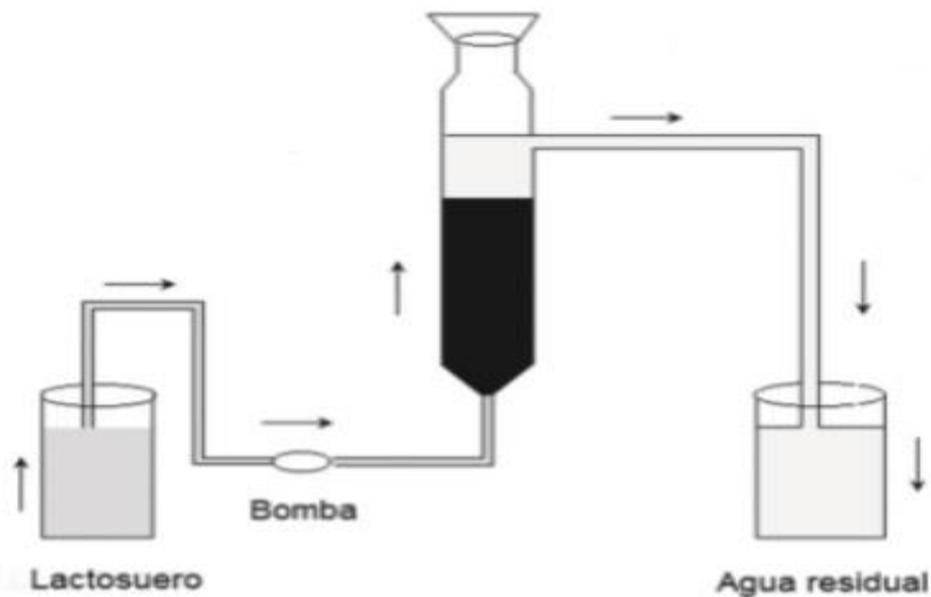


Figura 2.2: Diagrama de Flujo de Procesos de un biodigestor (UASB).

Fuente: (Adolfo & Huertas, 2014).

-El pretratamiento: se seleccionó en función del tipo de sustrato a utilizar, el sustrato es el suero de quesería resultado de la elaboración del queso en la fábrica, que se deposita en el mezclador donde se realiza la operación, en la entrada del digestor se instala un sedimentador que garantizó el depósito de los sedimentos(Mattos, 2015). Para la selección de la tecnología ha utilizar se tuvo en cuenta como primera prioridad la disponibilidad de los materiales de construcción de la fábrica para hacer viable el proyecto, el por ciento de los sustratos a tratar, su naturaleza, la eficiencia de remoción de las tecnologías existentes, sus

productividades volumétricas, la intensidad de carga que pueden asimilar, el porcentaje de sólidos en suspensión que es capaz de asimilar cada tecnología y los costos.

- **Selección de la tecnología:** a utilizar se tuvo en cuenta como primera prioridad la disponibilidad de los materiales de construcción de la fábrica para hacer viable el proyecto, el porcentaje sólido de los sustratos a tratar, su naturaleza, la eficiencia de remoción de las tecnologías existentes, sus productividades volumétricas, la intensidad de carga que pueden asimilar, el porcentaje de suero que es capaz de asimilar la tecnología y los costos (Bedoya & Sousa, 2009).

Digestor	Prod. Vol. (m³/m³)	% Remoción	% S. Susp.
Hindú	0,2 -0,4	50	Medio
Chino	0,2-0,4	50	Medio
MININT	0.8 -1,2	80-85	Alto
UASB	3-5	75-85	Bajo

Tabla 2.1: Tipos de biodigestor.

Fuente: (Adolfo & Huertas, 2014).

-**Digestor seleccionado:** anaerobio por el flujo de líquido ascendente (lactosuero) con manto de lodo (UASB) (Góngora, Escalante, Juárez, Arroyo, & Calderón, 2016). Los reactores fueron desarrollados para el tratamiento de aguas residuales industriales con una concentración de materia orgánica media y elevada. En resumen, el reactor es un tanque en el cual las aguas residuales son introducidas en la parte inferior y salen por la parte superior, estableciendo un flujo ascendente, siendo la mezcla del sistema promovida por el flujo ascensional del fluido y por las burbujas de gas. Por lo general los TRS en estos reactores son mayores de 30 días. Sin embargo, el proceso de formación de gránulos es también su principal limitante, ya que la selección y correcta operación del proceso UASB dependerá del grado de sedimentación que logre sus aglomerados celulares, ya sean como gránulos o flóculos densos y a escala real se le han aplicado cargas de hasta 15 kg. DQO/m³.d. El empleo de estos sistemas en la depuración de aguas residuales de la agroindustria láctea ha presentado resultados satisfactorios, inclusive con

cargas orgánicas superiores a los 20 g DQO/l.d(Mata-Alvarez, Mace, & Llabres, 2000).

2. Los factores ambientales al igual que en el caso anterior, fue necesario visitar la fábrica para de manera visual percibirlos factores ambientales más afectados por las acciones identificadas. Se realizó utilizando los mismos métodos ya mencionados. Además de las entrevistas a los vecinos más cercanos a la fábrica, para constatar la presencia de los factores identificados por el autor y los expertos y su reconocimiento de la importancia de uso para su protección.

Bajo el nombre de factores se agrupan distintos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta. Son el soporte de toda actividad humana. Los factores se caracterizan por ser elementos bióticos y abióticos y constituyen un sistema íntegro y que son susceptibles a cualquier cambio en la envoltura geográfica, que pueden ser expresados de forma cualitativa y cuantitativa; y mediante indicadores o parámetros expresarán el grado de alteración que se ha producido en el medio. La alteración puede ser natural, producto de la propia dinámica del medio y con la influencia del hombre elemento importante que siempre tiene que estar presente en el desarrollo de la naturaleza.

Basado en la Tabla 2.2 Alteraciones de los factores del medio asociados al área objeto de estudio.

FACTORES DEL MEDIO	PRINCIPALES ALTERACIONES	ACCIONES IMPACTANTES
Geología y geomorfología	-Aumento del riesgo de inestabilidad de taludes -Aumento de cárcavas	-Deforestación (tala de árboles) -Desbroce de maleza -Reparación de tierras para cultivos
Hidrología superficial y	Contaminación de las aguas	Vertido de aguas residuales -Vertido de aguas

subterránea		albañales -Malos hábitos higiénicos
Suelos	-Compactación de suelos -Aumento de la erosión -Disminución de la productividad agrícola	-Actividad ganadera -Deforestación -Actividad agrícola -Trabajos de construcción
Vegetación	-Destrucción directa de la vegetación	-Tala indiscriminada de árboles -Cambio de uso del suelo -Aumento de la actividad forestal industrial
Fauna	-Destrucción de fauna edáfica -Emigración de especies	-Deforestación pronunciada -Cambios del uso del suelo
Flora	-Desaparición de especies endémicas	-Tala de árboles -Mal manejo de los suelos -Actividad industrial agrícola -Cambios del uso de suelos -Actividad ganadera
Relaciones ecológicas	-Pérdida de la diversidad paisajística -Cambio de fondo escénico -Destrucción del paisaje	-Tala indiscriminada -Mal manejo de la actividad ganadera e industrial

	natural	-Cambios del uso de suelo
Paisaje	-Pérdida de la diversidad paisajística	-Tala indiscriminada
Salud e higiene	-Aumento de las enfermedades diarreicas agudas -Aumento del parasitismo	-Vertido de aguas residuales y albañales -Malos hábitos higiénicos
Calidad del aire	-Aumento de los niveles de contaminación	-Movimiento de tierras -Empleo de maquinaria pesada -Incremento del tránsito
Ruido	-Incremento de los niveles sonoros continuos	-Movimiento de tierras -Empleo de maquinaria pesada -Incremento del tránsito

Tabla 2.2: Alteraciones de los factores del medio asociados al área objeto de estudio.

Fuente: (Conesa-Fernández, 1995).

Cada uno de estos factores al sufrir alteraciones trae consigo un impacto lo que son aspectos negativos en las acciones a desarrollar.

Método Delphi (Método de los expertos):

Este método es utilizado en la identificación de las acciones, factores e impactos y sus relaciones entre sí.

3. Impactos ambientales: De los impactos se realizó visita a la fábrica, anotando los más significativos ya que este representará un cambio de valor desde el punto

de vista de la calidad ambiental, producto a la instalación, haciendo uso además de las consultas de expertos, las encuestas y entrevistas.

4. Evaluación de cada impacto aplicando los parámetros definidores por la metodología Conesa. La identificación de los impactos ambientales que se producen producto de la instalación del digester, nos permitió la evaluación de cada uno, teniendo en cuenta los parámetros definidores de impactos propuestos.

NATURALEZA Impacto beneficioso + Impacto perjudicial -		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción) Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12
EXTENSIÓN (EX)		Momento (MO) (Plazo de Manifestación) Largo plazo 1 Mediano plazo 2 Inmediato 4
(Área de influencia)		
Puntual	1	
Parcial	2	
Extenso	4	
Total	8	
Crítica	+4	
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4		REVERSIBILIDAD (RV) (Recuperabilidad) Recuperable a corto plazo 1 Recuperable a mediano plazo 2

	Irrecuperable 4
ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo) Simple (sin sinergismo) 1 Sinérgico 2 Acumulativo 4	EFECTO (EF) (Por relación causa-efecto) Indirecto (Secundario) 1 Directo 4
PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de manifestación) Irregular y discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4	PROBABILIDAD(PB) (Certidumbre de aparición) Probable 1 Dudoso 2
PERCEPCIÓN SOCIAL (PS) (porcentaje de población que percibe impacto) Mínima (hasta 25 %) 1 Media (de 25 hasta 50 %) 2 Alta (de 50 hasta 75 %) 4 Máxima (de 75 a 100 %) 8 Total (mayor de 100 %) +4	IMPORTANCIA (I) (Valor total agregado) $I=\pm($

Impactos con valores inferiores a 25 ----- Irrelevantes (Compatibles)

Impactos con valores entre 25 y 50 ----- Moderados

Impactos con valores entre 50 y 75 ----- Severos

Impactos con valores mayores de 75 ----- Críticos.

Tabla 2.3: Parámetros definidores y sus ponderaciones.

Fuente: (Conesa Fernández et al., 1995).

➤ Por su naturaleza:

Es necesario al tratar sobre los impactos ambientales diferenciar desde el principio los efectos que ocasiona al factor ambiental, los que pueden ser impactos Impacto beneficioso (+) y perjudicial (-):

- Impacto beneficioso (+): Representan una mejoría en la calidad intrínseca de los componentes del medio físico, contribuyendo a aumentar su complejidad orgánica funcional y su estabilidad zonal.
- Impacto perjudicial (-) Suponen un empeoramiento de las condiciones naturales del medio ambiente, favoreciendo su desestabilización y conduciéndolo hacia una mayor simplicidad funcional concretada en su disminución de la riqueza biológica y de las relaciones ecológicas de autorregulación.
 - Por su intensidad (I) por el grado de destrucción se evalúa de:
 - Baja: Su efecto no es reconocible.
 - Media: Causa un efecto no muy considerable.
 - Alta: Causa un efecto considerable
 - Muy alta: Su efecto es tan considerable que puede causar efectos de grandes consecuencias.
 - Por su extensión (EX) que es área de influencia se evalúa de:
 - Puntual: Cuando la extensión afectada es puntual y no rebasa los límites del Área de estudio establecida.
 - Parcial: Cuando el impacto se difunde a un área mayor rebasando los límites del Área de estudio.
 - Extenso: Cuando el impacto tiene implicaciones regionales.
 - Por el momento (MO) plazo de manifestación se evalúa de:
 - Largo plazo: Cuando el efecto aparece mucho tiempo después de realizado la acción del hombre (2 a 5 años).
 - Mediano plazo: Cuando aparece después de algún tiempo de realizada acción (1 año).
 - Inmediato: Cuando se produce de inmediato a la realización de la acción.
 - Por la persistencia (PE) permanencia del efecto se evalúa de:
 - Fugaz: Cuando el efecto tiene una duración menos de un año.
 - Temporal: Cuando el efecto tiene una duración entre 1 y 10 años.
 - Permanente: Cuando el efecto tiene una duración mayor de 10 años.
 - Por su reversibilidad (RV) recuperabilidad del efecto se evalúa de:

- Recuperable a corto plazo: es aquel en el que, una vez producido, el entorno de forma natural y sin intervención artificial alguna, vuelve a recuperar la situación que tenía antes de producirse el impacto (reversible sin dificultad)
- Recuperable a mediano plazo: es aquel que es posible evitar, pero tan solo de forma artificial (reversibles con dificultad, con medidas correctoras).
- Irrecuperable: como su nombre lo indica es el que ni con medidas artificiales permite que el entorno recupere su situación previa (irreversible).
 - Por su acumulación (AC) incremento progresivo del efecto se evalúa de:
 - Simple (sin sinergismo): Su efecto no es reconocible.
 - Sinérgico: Causa un efecto no muy considerable.
 - Acumulativo: Son aquellos que inicialmente no se detectan sus efectos, pero como su nombre indica, se van acumulando con el tiempo hasta alcanzar concentraciones tales que acusan serios problemas.
 - Por su efecto (EF) por relación causa-efecto se evalúa de:
 - Indirecto (Secundario): En la alteración que sufre el elemento ambiental por la acción directa del hombre. Generalmente son fáciles de identificar, describir y valorar puesto que son los efectos directos del proyecto o acción surge casi siempre en un lapso a tiempo de corto plazo después de la acción.
 - Directo (Primario) Se derivan de los anteriores y no son fáciles de identificar, ni de controlar, surgen con el discursar del tiempo o sea, a largo plazo, a veces tienen más entidad que los primarios, causando los verdaderos problemas.
 - Por su periodicidad (PR) por la regularidad de manifestación se evalúa de:
 - Irregular y discontinuo: es un efecto de aparición irregular, no periódico, ni continuo, pero de gravedad excepcional.
 - Periódico: Cuando un efecto es intermitente y continuo en el tiempo.
 - Continuo: Por la ocupación de un espacio por una construcción.
- Por su probabilidad (PB) certidumbre de aparición se evalúa de:
 - Probable: Cuando hay seguridad de que el impacto ocurra por la actividad humana.

- Dudoso: Cuando hay pocas posibilidades de que el impacto ocurra por la actividad humana.
- Cierto: Cuando el impacto está presente irremediablemente, es decir ocurre porque la acción del hombre lo activa o acelera.
 - Por su percepción social (PS) porcentaje de población que percibe impacto) se evalúa de:
 - Mínima: Cuando afecta el impacto hasta 25 % de la población.
 - Media: Cuando afecta el impacto del 25 hasta 50 % de la población.
 - Alta: Cuando afecta el impacto del 50 hasta 75 % de la población.
 - Máxima: Cuando afecta el impacto del 75 a 100 % de la población.
 - Total: Cuando afecta el impacto a más del 100 % de la población.
 - Por su importancia (I) valor total de agregado se evalúa en:
 - $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + EF + PR + PS)$
 - Impactos con valores inferiores a 25 ----- Irrelevantes (Compatibles)
 - Impactos con valores entre 25 y 50 ----- Moderados
 - Impactos con valores entre 50 y 75 ----- Severos
 - Impactos con valores mayores de 75 ----- Críticos.

5. Propuestas de un Plan de medidas de mitigación y corrección de los Impactos negativos del montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir de suero de quesería. Esta fase se considera la más importante, en ella se elabora un conjunto de medidas preventivas, correctoras y de mitigación que pueden generalizarse para atenuar los efectos negativos. Estas medidas se relacionan con el plazo establecido en función del menor tiempo de permanencia de los efectos negativos sobre los factores del medio afectado:

- Medidas a corto plazo: Se aplicarán inmediatamente después de presentarse el impacto.

2.3. Caracterización del Ecosistema donde se encuentra situada la Fábrica teniendo en cuenta los factores ambientales.

Se realiza una caracterización de los diferentes factores ambientales partiendo del análisis de su estado actual en el presente estudio. Solo lo que consideramos que son los más afectados(Collins, Barker, Carr, Brodie, & Martin, 1999).

2.3.1. Caracterización de los Factores Ambientales.

-La geología y geomorfología:

Para caracterizar la geología y geomorfología primeramente se realiza la localización geográfica para ello se utilizaron los mapas: Físico de Cuba y de la División Político Administrativa del Atlas Nacional de Cuba. Para determinar las rocas se realizó la interpretación del mapa Tipos de rocas así como trabajos relacionados con el estudio de localidad del municipio de Yaguajay(González Ramirez, 1994), para referirse a las fuerzas que originan el relieve del lugar se consultaron la tabla del tiempo geológico sobre la evolución geológica de Cuba y bibliografía relacionadas con la geografía física del mundo y Cuba. Las formaciones cársicas y las sierras se observaron directamente en el terreno a través de una excursión geográfica como una de las formas de organización del proceso docente de la Geografía(Iturralde, 1998).

-Hidrología superficial y subterránea:

Para caracterizar hidrología superficial y subterránea del área de estudio se realizó la interpretación del Mapa Físico de Cuba(Geografía., 1989), trabajos relacionados con el estudio de localidad del municipio de Yaguajay y la excursión geográfica .Las aguas subterráneas se determina existencia basado en el tipo de roca que existe, si existen manantiales para la construcción de los pozos artesianos(Cuevas & García Gutiérrez, 1982), todos estos aspectos físicos se comprueba con del abasto de agua de los vecinos del lugar y de la fábrica.

-Suelos:

Se caracterizan apoyados en el mapa de suelos del territorio realizado por Geocuba, sin no dejar de consultar los mapas del Atlas de Cuba (Cartografía., 1988) aspecto importante para estudiar el origen geológico, para comprobar la fertilidad se debe investigar con la agricultura los tipos de cultivos que siembran en el área de estudio por ser suelos de origen orgánico muy fértiles los que posibilitan los cultivos de productos varios como frijoles, maíz (Normalización., 1999a). Además se realiza una visita al lugar para poder determinar donde se instalara el biodigestor para lograr una menor afectación a dicho factor.

-Vegetación:

Para caracterizar la misma se realiza observación directa en la naturaleza de los alrededores del área de estudio y así poder determinar los estratos de la vegetación, también apoyarse en el mapa de vegetación de Cuba del atlas. Para definir los nombres de cada tipo de planta verificar con los vecinos, así como bibliografía científica de la biología de nuestro país, así como trabajos de la localidad de la región (Normalización., 2000). Para determinar el grado de antropización se comprueba también con el procedimiento anterior.

-Fauna:

Para la caracterización de la fauna se realiza la observación directa en la naturaleza, así como con los vecinos del lugar, también consultar los mapas donde se representa la fauna cubana y bibliografía sobre la fauna cubana y trabajos de estudio de localidad ya que en ellos se destacan sus características.

-Relaciones ecológicas:

En cuanto a las relaciones ecológicas realizar un estudio de conjunto de todas las características físico-geográficas del área de estudio a través de la observación directa en la naturaleza y compararlo con lo que representan los mapa temáticos de cada factor en épocas pasadas. Estudiar en las interacciones de los factores naturales, sin dejar de tener en cuenta la acción del hombre tanto positivo como

negativo, además verificar en las áreas del territorio si se llevan a cabo medidas de protección del medio ambiente según las proyecciones trazadas en la Tarea Vida.

-Calidad del aire:

Para verificar la calidad del aire se debe realiza un estudio en el consultorio médico sobre las afectaciones de sus pacientes en cuanto a enfermedades respiratorias, así como una visita a la fábrica sobre los contaminantes que expulsan a la naturaleza(Normalización., 1999b).

-Ruidos:

Para determinar el grado de los ruidos se debe verificar en los alrededores de la fábrica y la localidad según (Cuba., 1981).

CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

3.1 Introducción.

En el presente capítulo se procede al análisis y discusión de los resultados obtenidos acerca del impacto ambiental del montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de quesería en cada una de las fases establecidas a partir de su metodología. Tomando como punto de partida la interpretación de los métodos científicos utilizados y su validación, como en las etapas los resultados no difieren los mismos se exponen de forma general.

3.2. Caracterización de los factores ambientales.

-La geología y geomorfología: se caracteriza por estar situada en la parte norte de la región central específicamente en la provincia de Sancti-Spíritus en el municipio de Yaguajay en un área donde geológicamente está formado por estratos de diferentes tipos de rocas las sedimentarias, ígneas y metamórficas, pero las que predominan las primeras destacándose las calizas y los yesos las cuales son blandas fáciles de transformar, el relieve fue originado por las fuerzas endógenas y exógenas que realizaron su influencia en la región en las primeras épocas geológicas del surgimiento de nuestro, pero las formas actuales fueron conformadas por las acciones de las regresiones y transgresiones marinas en los últimos períodos de la era Cenozoica, las formas del relieve se caracterizan por ser de llanuras onduladas entre elevaciones de poca altura. En las llanuras existen formaciones cársicas de pequeños mogotes similares a los de Viñales, además poljes, dolinas, cuevas. Las elevaciones están formadas por varias sierras entre las que se destaca Bamburanao, Meneses, y Jatibonico con una altura de 410m.

-Hidrología superficial y subterránea: en el área se encuentran arroyuelos de poco caudal los cuales corren por las llanuras formando pequeños cañones y abras. Además las aguas subterráneas son abundantes debido al tipo de roca que existe, lo que propicia la existencia de manantiales para la construcción de los pozos

artesianos construidos por el hombre, los cuales son parte del abasto de agua de los vecinos del lugar. La fábrica se alimenta también del agua subterránea.

-Suelos: se caracterizan por ser suelos de origen orgánico muy fértiles los que posibilitan los cultivos de productos varios como frijoles, maíz, garvanzo, plátano, malanga, boniato, yuca, calabazas y frutales como mango, fruta bomba, y también hortalizas. Aunque las obras no ocupan gran porción de terrenos, no deja de ser significativo, debido a la importancia que tiene este recurso, los posibles daños que pueden ocasionarles durante el proceso de instalación del biodigestor.

-Vegetación: es abundante de árboles frondosos se destacan algunos ejemplares de abundante follaje como el guapén, mango, almendra, los cuales se encuentran en buen estado de conservación, además se aprecian algunos arbustos como al ateje y el marabú y también de pequeños y mediano tamaño, así como hierbas y arbustos. La vegetación de esta área presenta un alto grado de antropización. Se observan los tres tipos de estratos vegetales, aunque con poca abundancia. El más representativo es el herbáceo que se encuentra ampliamente distribuido por los diferentes sitios que comprende la instalación. En él abundan, fundamentalmente, las especies invasoras como hierba fina, romerillo, bleado, tua tua, platanillo y escoba amarga, entre otras. Los principales representantes de la flora observados en el área de estudio se muestran en las tablas 1, 2, y 3. Ver Anexo 3.

-Fauna: la que predomina es fundamentalmente de animales domésticos. Además existen otras especies faunísticas, en las que las aves sobresalen por el número de especies, aunque habitan además algunos tipos de reptiles, anfibios e insectos (Tablas 4, 5, .6 y .7). Ver anexo 3.

-Relaciones ecológicas: en las áreas del territorio se llevan a cabo medidas de protección del medio ambiente según las proyecciones trazadas en la Tarea Vida.

-Calidad del aire: La zona objeto de estudio es un lugar donde tiene poca población y dicha fábrica expone altos contaminantes a la atmósfera.

-Ruidos: son significativos en los alrededores de la fábrica.

3.3. Selección y Validación de la Metodología.

Para la selección y validación de la metodología propuesta para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos, se partió de la consulta a los 6 expertos seleccionados a través de las encuestas. A continuación se relacionan las diferentes fases seguidas para la consideración de los especialistas. Para la selección de los expertos se tuvo en cuenta el dominio en la materia y las categorías científicas y docentes que poseen. (Anexo 4)

No	Metodología a seguir para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos	Total de los seleccionados	%
1	¿Qué metodología recomendaría para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales para la instalación del biodigestor para la producción de biogás?	6	100 %
2	¿Cuáles son las acciones que se llevan a cabo, para la que pudieran causar algún impacto ambiental en la instalación del biodigestor para la producción de biogás?	6	100 %
3	¿Cuáles son los factores Ambientales que a su juicio son susceptibles de recibir impactos ambientales por la instalación del biodigestor para la producción de biogás?	6	100 %
4	¿Cuáles son los impactos ambientales que pudieran producirse por la instalación del biodigestor para la producción de biogás?	6	100 %

Tabla 3.1 Metodología para identificar, caracterizar y evaluar los impactos.

Fuente: Elaboración Propia.

Del análisis de la tabla se deduce que la metodología propuesta tiene un alto porcentaje de aceptación por los expertos ya que a través de la misma se realiza una caracterización cualitativa de las condiciones ambientales del área de estudio que

permite la realización de la instalación del biodigestor como proyecto para producir biogás, así obtener energía no contaminante al entorno local de la fábrica.

3.3.1. Determinación de las Acciones Impactantes.

Los expertos plantean que las acciones para la instalación del biodigestor sí causan impactos en el medio ambiente alcanzando un valor del 60%. Anexo 1

Acciones impactantes

Las acciones impactantes están relacionadas con las actividades que se realizan para la instalación del biodigestor. Anexos 1 y 2.

1. Preparación del terreno

- a) Trabajo Topográfico.
- b) Eliminación de los obstáculos no útiles.
- c) Movimiento de equipos de transporte.
- d) Transportación.

2. Determinación de la tecnología.

- a) Disponibilidad de los materiales de construcción.
- b) El % sólido de los sustratos a tratar por su naturaleza.
- c) Estudio de las tecnologías existentes.
- d) Las productividades volumétricas del suero de quesería.
- e) Los costos.

3. Funcionamiento.

- a) Crear condiciones indispensables finales para su funcionamiento.

3.3.2. Resultados de los factores ambientales impactados.

En dicha investigación se realizaron entrevistas (Anexo 2) a 7 dirigentes y 20 trabajadores, para un total 27 integrantes de la fábrica las cuales arrojaron los siguientes resultados:

No	Importancia de la instalación del Biodigestor	Total de los seleccionados	%
1	¿Conoce usted la importancia	20	74

	que tiene la instalación de un biodigestor para la producción de biogás a partir del suero de Queso en su fábrica? Exponga su criterio.		
2	¿Conoces la existencia o no de algún programa que los oriente para el uso correcto de la instalación de un biodigestor para la producción de biogás y la importancia que tiene para el medio ambiente?	11	40
3	De los factores ambientales que aparecen referenciados. ¿Cuáles consideras que son los afectados durante la etapa de instalación de un biodigestor para la producción de biogás.	18	66
4	A continuación se relacionan un conjunto de impactos ambientales, que pueden ocurrir durante la instalación de un biodigestor para la producción de biogás. Desde su punto de vista cuáles has podido percibir en el área de estudio. Marque con X los que consideres Si consideras que falta alguno lo puede incluir.	18	66

Tabla 3.2 Importancia de la Instalación del Biodigestor.

Fuente: Elaboración Propia.

Del análisis de la tabla se deduce que los dirigentes y trabajadores tiene un considerable conocimiento acerca de la importancia de la instalación del biodigestor para la producción de biogás a partir del suero de quesería producto que se desecha en la fábrica y que contiene un alto grado energético para producir energía, algunos conocen de la importancia que tiene el montaje y operación de una planta para la producción de biogás para proteger al medio ambiente, además la mayoría identifican los factores ambientales los que a continuación se hace referencia:

- La Geología y geomorfología
- Hidrología superficial y subterránea
- Suelos
- Vegetación
- Fauna
- Relaciones ecológicas
- Calidad del aire
- Ruidos

Los entrevistados refieren los impactos que pueden ocurrir durante la instalación de un biodigestor para la producción de biogás.

- 1-Cambios en las estructuras del relieve.
- 2-Vertimiento de las aguas residuales.
- 3- Erosión de los suelos.
- 4 -Deforestación (tala de árboles).
- 5-Desaparición de especies endémicas.
- 6- Destrucción del paisaje natural.
- 7-Aumento de los niveles de contaminación del aire.
- 8-Incremento de los niveles sonoros continuos.

Los encuestados mencionaron cuales son los factores ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales por la instalación del biodigestor para la producción de biogás en un 70% como resultado. Anexo 1 Estos son los siguientes:

1. La Geología y geomorfología.

La geología será transformada al realizar la preparación del terreno ya que se debe realizar la eliminación de algunas de las capas de la corteza terrestre por lo que algunas rocas serán arrancas para la instalación.

Geomorfología que significa forma del relieve será transformado al realizar el trabajo topográfico que incluye mediciones en el terreno y de aquí las labores de eliminación de desniveles en la superficie terrestre.

2. Hidrología superficial y subterránea.

La hidrología sufre cambios en los cursos de los arroyuelos debido a las vías de evacuación de los sueros de queso para ser utilizados en la producción del biogás. Las aguas subterránea que son el abasto de los pozos para el huso doméstico de los vecinos y el de la fábrica

3. Suelos.

Los suelos serán afectados en la parte donde se corresponde con el lugar puntual de la instalación del biodigestor ya se realizara movimientos de tierra para la eliminación de obstáculos que entorpecen el trabajo.

4. Vegetación.

La misma será afectada por todos los cambios que se van produciendo en la superficie de laboreo ya que al afectarse se produce la eliminación de las plantas originarias del lugar.

5. Fauna.

Se ven afectados algunas de los seres vivos que habitan el lugar como los arbustos y plantas invasoras.

6. Relaciones ecológicas

Estas se manifiestan ya que todos los factores ambientales antes mencionados forman un sistemas integro muy relacionado uno con otros y al ser afectado uno los demás también se afectan.

7. Calidad del aire.

Movimiento de equipos de transporte produce la expulsión de gases a la atmósfera, y los contaminantes que producen la fábrica y el uso de los materiales de construcción producen polvo.

8. Ruidos.

Son significativos por la fábrica, ahora con la instalación y además por los equipos técnicos y de transporte que se utilizan.

Después de la determinación de los impactos producidos sobre los factores ambientales se realiza la valoración de cada impacto teniendo en cuenta los indicadores propuestos por Conesa-Fernández 1995.

Los factores del medio son identificados por medio de una letra, que en nuestro caso será M y de acuerdo con su orden tendrán un subíndice indicando la posición que ocupa en la misma, ejemplo:

M1: Representa geología y geomorfología, mientras que las acciones estarán representadas por otra letra y de igual manera el subíndice indica el orden en que es analizada la acción.

Estado inicial del medio:

Esta fase se identifica con el empleo de la matriz causa-efecto en los diferentes impactos que están presentes en la región de estudio. Habrá algunos impactos que tienen carácter histórico, otros serán permanentes y tal vez también existen algunos que sean esporádicos, de modo que será causal su detección.

Factores del Medio		Vertido de aguas residuales	Vertido de agua de desecho	Cambio de uso del suelo	Actividad forestal industrial	Malos hábitos higiénicos
		I1	I2	I3	I4	I5
Hidrología	M2	X	X	X		X
Suelos	M3				X	
Vegetación	M4			X	X	
Fauna	M5		X	X	X	
Relaciones ecológicas	M6			X	X	
Calidad del aire	M7	X	X	X	X	
Ruidos	M8			X	X	

Tabla 3.3: Matriz causa-efecto.

Fuente: Elaboración Propia.

Impactos	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Probabilidad	Percepción Social	Importancia
	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	AC	EF	PR	PB	PS	□
M2I1	-	8	4	2	4	2	4	4	2	4	1	-55
M2I2	-	4	2	2	4	2	4	4	2	4	1	-41
M2I3	-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	-18
M2I5	-	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	-16
M3I4	-	4	2	2	4	2	4	4	4	4	1	-41
M4I3	-	4	2	4	2	2	1	4	2	4	1	-36
M4I4	-	8	4	4	2	2	2	4	2	4	1	-53
M5I2	-	2	2	2	2	2	1	4	2	4	1	-28
M5I3	-	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	-21
M5I4	-	4	2	4	2	2	2	4	2	4	1	-37
M6I3	-	4	2	4	4	2	4	4	4	4	1	-43
M6I4	-	8	4	4	4	2	4	4	2	4	1	-53
M7I1	-	4	2	4	2	2	2	4	2	4	1	-37
M7I2	-	8	4	4	4	2	2	4	2	4	1	-51
M7I3	-	4	2	4	4	4	2	4	2	4	1	-41
M7I4	-	8	4	4	4	4	2	4	2	4	1	-53
M8I3	-	2	2	1	4	2	2	1	1	2	1	-24
M8I4	-	2	2	1	4	2	2	1	1	2	1	-24

Tabla 3.4: Matriz de valoración de impactos. Etapa: Estado inicial del medio.

Fuente: Elaboración Propia.

Factores del Medio		Vertido de aguas residuales	Vertido de agua de desecho	Cambio de uso del suelo	Actividad forestal industrial	Malos hábitos higiénicos	Sumatoria
		I1	I2	I3	I4	I5	
Hidrología	M2	-55	-41	-18		-16	-130
Suelos	M3				-41		-41
Vegetación	M4			-36	-53		-89
Fauna	M5		-28	-71	-37		-136
Relaciones ecológicas	M6			-43	-53		-96
Calidad del aire	M7	-37	-51	-51	-41		-180
Ruidos	M8			-24	-24		-48
Totales		-92	-120	-243	-249	-16	-720

Tabla 3.5: Matriz de importancia Etapa: Estado inicial del medio

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez evaluadas las matrices y discriminados los impactos por su importancia se concluye que el medio físico en el estado inicial (línea base) es el más afectado dado el alto nivel de deterioro que posee el entorno donde se ejecutará el proyecto.

Los factores más impactados durante la etapa estado inicial del medio son:

- M2- Hidrología.
- M5- Fauna.
- M7- Calidad del aire.

Etapa de construcción del biodigestor:

En esta etapa se emplearon las siguientes matrices:

Factores del Medio		Des broce	Movimiento de tierra	Movimiento de maquinarias	Aumento del tránsito
		C1	C2	C3	C4
Geología	M1		X		
Hidrología	M2	X	X		
Suelos	M3	X	X	X	
Vegetación	M4	X	X	X	
Fauna	M5	X	X	X	
Relaciones ecológicas	M6	X	X	X	X
Calidad del aire	M7	X	X	X	X
Ruidos	M8	X	X	X	X

Tabla 3.6: Matriz causa-efecto.

Fuente: Elaboración Propia.

Impactos	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Probabilidad	Percepción Social	Importancia
	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	AC	EF	PR	PB	PS	□
M1C2	-	4	2	4	4	2	2	4	2	4	1	-39
M2C1	-	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	-23
M2C2	-	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	-24

M3C1	-	4	2	4	4	2	2	4	2	4	1	-39
M3C2	-	8	2	4	4	2	2	4	2	4	1	-51
M3C3	-	4	2	2	2	2	2	4	2	4	1	-35
M4C1	-	8	2	4	2	1	2	4	2	4	1	-48
M4C2	-	4	2	2	2	1	2	1	2	4	1	-31
M4C3	-	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	-20
M5C1	-	2	2	2	2	1	2	4	1	2	1	-25
M5C2	-	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	-22
M5C3	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-11
M6C1	-	8	2	2	4	2	2	4	2	4	1	-49
M6C2	-	8	4	4	4	2	2	4	2	4	1	-51
M6C3	-	4	2	2	2	2	1	4	2	4	1	-34
M6C4	-	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	-22
M7C1	-	4	2	4	2	1	1	4	2	4	1	-35
M7C2	-	4	2	4	2	1	1	4	2	4	1	-35
M7C3	-	4	2	4	2	1	1	4	2	4	1	-35
M7C1	-	2	2	4	1	1	2	4	2	4	1	-29
M8C1	-	2	2	4	4	1	1	4	2	4	1	-31
M8C2	-	4	2	4	4	2	1	4	2	4	1	-38
M8C3	-	2	2	2	2	1	2	1	2	4	1	-25

Tabla 3.7: Matriz de valoración de impactos. Etapa: Estado inicial del medio.

Fuente: Elaboración Propia.

		Des broce	Movimiento de tierra	Movimiento de maquinarias	Aumento del tránsito	Sumatoria
		C1	C2	C3	C4	
Geología	M1		-39			-39
Hidrología	M2	-23	-24			-47
Suelos	M3	-39	-51	-35		-125
Vegetación	M4	-48	-31	-20		-99
Fauna	M5	-25	-22	-11		-58
Relaciones ecológicas	M6	-49	-51	-34	-22	-156
Calidad del aire	M7	-35	-35	-35	-29	-134
Ruidos	M8	-31	-38	-25	-27	-121
Totales		-250	-291	-160	-78	-779

Tabla 3.8: Matriz causa-efecto. Etapa de construcción.

Fuente: Elaboración Propia.

En la etapa de construcción los factores más impactados fueron:

- M3- Suelos.
- M6- relaciones ecológicas.
- M7- Calidad del aire.
- M8- Ruido.

Etapa de funcionamiento:

Una vez culminada la etapa de construcción del biodigestor se valora el proyecto en la etapa de funcionamiento

Factores del Medio		Preparación de mezcla	Acumulación de residuales
		F1	F2
Hidrología	M1	X	X
Suelos	M2		X
Relaciones ecológicas	M3	X	X
Calidad del aire	M4	X	X

Tabla 3.9: Matriz causa-efecto. Etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración Propia.

Impactos	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Probabilidad	Percepción Social	Importancia
	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	AC	EF	PR	PB	PS	□
M1F1	-	1	1	4	4	2	4	4	4	4	2	+33
M1F2	-	2	1	4	2	2	4	4	2	4	2	+32
M2F2	+	1	2	4	4	2	2	4	2	4	2	+31
M3F1	+	2	1	2	2	1	4	4	2	4	2	+29
M3F2	+	2	1	2	2	1	4	4	2	4	2	+29
M4F1	-	4	4	4	4	1	2	1	2	2	4	+40
M4F2	-	4	4	4	4	1	2	1	2	2	4	+40

Tabla 3.10: Valoración de impactos. Etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración Propia.

Factores del Medio		Preparación de mezcla	Acumulación de residuales	Sumatoria
		F1	F2	
Hidrología	M1	+33	+32	+65
Suelos	M2		+31	+31
Relaciones ecológicas	M3	+29	+29	+58
Calidad del aire	M4	+40	+40	+80
Totales		+102	+132	+234

Tabla 3.11: Matriz de importancia. Etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez evaluadas las matrices y discriminados los impactos por su importancia se concluye que el medio físico en el estado inicial (línea base) es el más afectado dado el alto nivel de deterioro que posee el entorno donde se ejecutará el proyecto. Esto condiciona el planteamiento recurrente en relación con la necesidad y el beneficio que reportará la ejecución del biodigestor, lo que se refleja por la simple comparación de las matrices de importancia en las tres etapas: inicial, construcción y funcionamiento.

Los factores más impactados durante la etapa estado inicial del medio son:

- M2- Hidrología.
- M5- Fauna.
- M7- Calidad del aire.

En la etapa de construcción se mantienen los factores anteriormente señalados a los que se suman:

- M3- Suelos.
- M6- Relaciones ecológicas.
- M8- Ruido.

En la etapa de funcionamiento, como es de esperar, las acciones ejecutadas brindan la posibilidad de mejorar todos los impactos anteriormente señalados en la etapa inicial y de construcción, lo que significa que la construcción de un biodigestor traería grandes beneficios.

Según la importancia por el valor agregado total los impactos generados por las acciones en las diferentes etapas se clasificaron en:

- Irrelevantes (Compatibles): 11 impactos ambientales.
- Moderados: 30 impactos ambientales.
- Severos: 7 impactos ambientales.

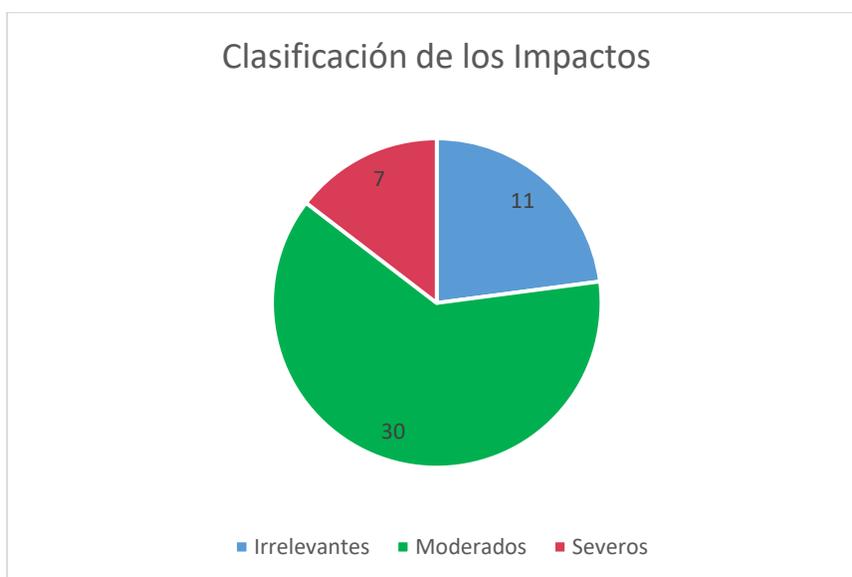


Gráfico 3.1: Clasificación de los impactos ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Plan de medidas para mitigar los impactos ambientales.

Como resultado del estudio detallado de los impactos más significativos en la zona donde se instaló el biodigestor, se elaboró un conjunto de medidas preventivas que puede generalizarse para atenuar los efectos negativos de la construcción del biodigestor. Estas medidas se relacionan con plazos establecidos en función del menor tiempo de permanencia de los efectos negativos sobre los factores del medio afectado y se agrupan en:

Entre las medidas a corto plazo están:

1. Durante la etapa de preparación de terreno, separar la capa de suelo vegetal y depositarla en zonas alejadas de los lugares donde se verterá el resto del material extraído, para ser utilizada en la recuperación de las áreas, una vez concluido a la obra.

2. Entregar al personal que laborará en la obra, los medios de protección individual necesarios para el desarrollo de las diferentes etapas constructivas, tales como; espejuelos, cascos y guantes, entre otros.

Las medidas a mediano plazo que se recomiendan son:

3. Repoblar los espacios afectados sin vegetación natural ni pasto para evitar la erosión del suelo y propiciar su enmascaramiento.

4. Establecer un programa de preparación ambiental para los trabajadores del proyecto de instalación de biodigestores con el objetivo de lograr la introducción de la dimensión ambiental en esta actividad.

Conclusiones:

1. Se realizó una amplia revisión bibliográfica referente al tema, la cual permitió seleccionar la metodología de Conesa-Fernández (1995) por su simplicidad y los resultados que brinda.
2. La metodología Conesa-Fernández (1995) proporcionó las herramientas necesarias para identificar las acciones que modificarían los factores del medio; a la vez que cuantifica y pondera su impacto.
3. Los resultados de la evaluación de impactos, mediante la metodología de Conesa-Fernández (1995), muestran que los impactos generados por las acciones del proceso son: 23 % irrelevantes, 62.5 % moderados y 14.5 % severos.
4. Se propuso un plan de medidas para mitigar los impactos ambientales según el plazo establecido en el estudio, medidas que satisfacen las necesidades que la problemática ambiental demanda.

Recomendaciones:

1. Utilizar el potencial biodegradable de origen lácteo disponible en la fábrica mediante la variante propuesta para la producción de biogás, evitando con ello el impacto negativo que provocan estos desechos al medio ambiente.
2. Extender este tipo de biodigestor a otras fábricas con características similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Abellan, M. A., & Morote, F. A. G. (2006). *La evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales* (Vol. 48): Univ de Castilla La Mancha.
- Adolfo, R. G. C. M. R., & Huertas, P. (2014). Evaluación del comportamiento de un reactor UASB con diferentes cargas orgánicas provenientes de lactosuero. *Producción+ Limpia*, 9(1).
- Aguilera. (2003). Impacto ambiental.
- Alcázar, M. J. A. (1998). *Introducción a los métodos más usuales para efectuar las evaluaciones de impacto ambiental (EIA)*. Paper presented at the Ciencias de la tierra y del medio ambiente.
- Aldana Millán, A. (2012). *Análisis crítico de la Evaluación de Impacto Ambiental en el sector eléctrico colombiano y propuesta de mejora*. Universidad Nacional de Colombia.
- Arroyo, S. C.-P. (2007a). LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL: TIPOS, MÉTODOS Y TENDENCIAS.
- Arroyo, S. C.-P. (2007b). Valoración de impactos ambientales. *Sevilla: INERCO. Consultora GRN.(sf). Metodologías de evaluación del impacto ambiental. Obtenido de <http://www.grn.cl/metodologias%20de%20evaluacion%20del%20imp%20acto%20ambiental%20capitulo>, 203.*
- Bedoya, O. A., & Sousa, L. S. (2009). Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo uasb. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 7(2), 24-31.
- Berná Sigüenza, L. (2017). Estimación del Impacto Ambiental de la salmuera procedente del rechazo de una desaladora sobre praderas de Posidonia oceanica.
- Bichachi, D. S. (2004). El uso de las listas de chequeo (CHEK-LIST) como herramienta para controlar la calidad de las leyes. *Recuperado de http://www.claudiabernazza.com.ar/html/pdf/check_list.pdf.*
- Burguera, G. (1985). Método de la matriz Leopold. *Método para la evaluación de impactos ambientales incluyendo programas computaciones. JJ DUEK (De.). Mérida, Ven. CIDIAT. Serie Ambiente (AG).*
- Calderón, J. T., Prada, R. M., & Loyo, G. A. (2013). Métodos de evaluación de impacto ambiental en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2), 43-53.
- Campos Cuní, B. (2011). Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*, 20(2), 37-41.
- Canter, L. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*: McGraw-Hill.
- Cartografía., I. C. d. G. y. (1988). Atlas de Cuba XX Aniversario.
- CIGEA. (2010).
- Clark, B. D. (1997). Alcance y objetivos de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). *Estudios públicos*, 65, 1-22.
- Collins, E., Barker, J., Carr, L., Brodie, H., & Martin, J. (1999). National resource, agriculture, and engineering service poultry waste management handbook. *Ithica, New York*.

- Conesa Fernández-Vítora, V. (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.
- Conesa Fernández-Vítora, V., Conesa Ripoll, L. A., Conesa Ripoll, V., Bolea, E., Teresa, M., & Ros Garo, V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*: Mundi-Prensa.
- Conesa Fernández, V., Ros Garro, V., Conesa Ripoll, V., & Conesa Ripoll, L. A. (1995). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*: Mundi-prensa.
- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio: Revista de investigación académica*(20), 125-135.
- Crespí, J. V. (2000). Recursos para las CTMA: La matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(3), 239-246.
- Cuba., G. O. d. I. R. d. (1981). Ley 33 de Protección del Medio Ambiente y el uso Racional de los Recursos Naturales.
- Cuevas, J. R., & García Gutiérrez, F. (1982). Los recursos naturales y su conservación.
- Delgado Díaz, C. J. (2002). Límites socioculturales de la educación ambiental. *Estado de Quintana Roo-UNESCO, México*.
- Demirel, B., Yenigun, O., & Onay, T. T. (2005). Anaerobic treatment of dairy wastewaters: a review. *Process Biochemistry*, 40(8), 2583-2595.
- Espinosa, G. (2002). Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental.[Internet]. *Santiago: Banco Interamericano de Desarrollo, Centro de Estudios para el Desarrollo*.
- Fernández-Vítora, V. C. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*: Mundi-Prensa Libros.
- Francia Núñez, J. I. (2013). *Propuesta de programa de Gestión Ambiental en la UEB Central Azucarero "Héctor Rodríguez"*. Universidad Central" Marta Abreu" de las Villas.
- Gannoun, H., Khelifi, E., Bouallagui, H., Touhami, Y., & Hamdi, M. (2008). Ecological clarification of cheese whey prior to anaerobic digestion in upflow anaerobic filter. *Bioresource Technology*, 99(14), 6105-6111.
- Geografía., I. d. (1989). Nuevo Atlas Nacional de Cuba.
- Globos. (2008). Comparison of the effectivities of two-phase and single-phase anaerobic sequencing batch reactors during dairy wastewater treatment. *Renewable Energy*, .
- Góngora, M. A. S., Escalante, I. E. P., Juárez, T. C., Arroyo, L. O., & Calderón, G. U. (2016). Evaluación inicial de parámetros de campo en un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 173-184.
- González, R., & Otero, A. (2003). Metodo de evaluación cualitativa de impactos ambientales: Una propuesta. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 12(2003), 79-92.
- González Ramirez, I. (1994). Geología de la Provincia de Sancti Spíritus. Conferencia impartida en el Departamento de Geografía del I.S.P Cáp. Silverio Blanco Núñez. Sancti Spíritus.

- Hernández-Columbié, T., & Ulloa-Carcaces, M. (2014). Impacto ambiental de la ampliación de una presa de colas de la industria cubana del níquel. *Minería y geología*, 30(3), 33-48.
- Hernández Aro, Y. (2006). *Procedimiento para la elaboración e implementación del plan de marketing en pequeños y medianos hoteles de tránsito del destino Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Iturralde, M. (1998). "Sinopsis de la constitución geológica de Cuba". . *Acta Geológica Hispánica*. , 33.
- Leal, J. (1997). Guías para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local.
- Ley, N. (1981). del Medio Ambiente. 1997. *Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana*.
- López. (2003). Evaluación del impacto ambiental.
- Mata-Alvarez, J., Mace, S., & Llabres, P. (2000). Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives. *Bioresource Technology*, 74(1), 3-16.
- Mattos, C. (2015). Valorización del lacto suero. *Alimentos hoy*, 23(36), 7-20.
- Mora-Barrantes, J. C., Molina-León, Ó. M., & Sibaja-Brenes, J. P. (2016). Aplicación de un método para evaluar el impacto ambiental de proyectos de construcción de edificaciones universitarias. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 132-145.
- Normalización., O. d. (1999a). Norma cubana NC-33-99. Calidad del suelo. Requisitos generales para la clasificación de los suelos según la influencia sobre ellos de las sustancias Químicas Contaminantes.
- Normalización., O. d. (1999b). Norma cubana NC-39-99. Calidad del aire. Requisitos Higiénicos- sanitarios.
- Normalización., O. d. (2000). Norma cubana NC-66-2000. Suelos Forestales- Clasificación y Utilización.
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 62(1).
- Pérez, E. A., Mazarredo, E. O. C., & Díaz, L. F. (2018). Fundamentos teóricos-metodológicos de la evaluación del impacto ambiental. *Anuario Ciencia en la UNAH*, 16(1).
- Prada, M., & Jesús, R. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Ranalli, G., Andreoni, V., Bonfanti, P., CORRADINI, S., & SORDINI, C. (1995). Anaerobic digestion of cheese whey in a two stage reactor. *American Society of Agricultural Engineers*, 7, 347-356.
- Repullo Labrador, J. R. (2009). Políticas tutelares asimétricas: conciliando preferencias individuales y sociales en salud pública. *Gaceta Sanitaria*, 23(4), 342-347.
- Resolución. (1999). 77/99 Evaluación de Impactos Ambientales. *CITMA. febrero*.
- Salvador, A. G., Alcaide, A. S., Sánchez, C. C., & Salvador, L. G. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*: Pearson prentice hall.

- Sequeiros, L. (1998). III Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992) al fracaso de la Conferencia de Kioto (1997): Claves para comprender mejor los problemas ambientales del Planeta, De la. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(1), 3-12.
- Toro, J. (2009). Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora. *Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Granada*.
- Velasco, E. A. B. (2014). Modelamiento matemático de la producción de biogás a partir de lactosuero.
- Yan, J., Lo, K., & Liao, P. (1990). Anaerobic digestion of cheese whey using an upflow anaerobic sludge blanket reactor: III. Sludge and substrate profiles. *Biomass*, 21(4), 257-271.

Anexos
Anexo 1

Guía de encuesta a expertos

Compañero(a)

Por este medio se le comunica que usted ha sido seleccionado(a) como experto por su dominio en la materia y es de gran valor sus criterios en la Investigación de Evaluación de Impacto Ambiental en lo relacionado con el montaje y operación de una planta para la producción de biogás.

1. ¿Qué metodología recomendaría para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales para el montaje y operación de una planta para la producción de biogás?
2. ¿Cuáles son las acciones que se llevan a cabo, para la que pudieran causar algún impacto ambiental en el montaje y operación de una planta para la producción de biogás?
3. ¿Cuáles son los factores Ambientales que a su juicio son susceptibles de recibir impactos ambientales por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás?
4. ¿Cuáles son los impactos ambientales que pudieran producirse por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás. ?

Gracias por su colaboración.

Anexo 2 Entrevista

Compañero(a)

Por este medio se le comunica que usted ha sido seleccionado(a) como dirigente de la fábrica o trabajador donde se realiza la investigación de Evaluación de Impacto Ambiental por el montaje y operación de una planta para la producción de biogás y su criterio nos será de gran importancia para este trabajo.

1. ¿Conoce usted la importancia que el montaje y operación de una planta para la producción de biogás a partir del suero de Queso en su fábrica?

Exponga su criterio.

2. ¿Conoces la existencia o no de algún programa que los oriente para el uso correcto del montaje y operación de una planta para la producción de biogás y la importancia que tiene para el medio ambiente?

3. De los factores ambientales que aparecen referenciados. ¿Cuáles consideras que son los afectados durante la etapa de montaje y operación de una planta para la producción de biogás. Márquelos con una X.

La Geología y geomorfología _ Hidrología superficial _ Hidrología subterránea_
Suelo_ Calidad del aire_ Fauna_ Relaciones ecológicas _ Vegetación_ Ruidos_

4. A continuación se relacionan un conjunto de impactos ambientales que pueden ocurrir durante la instalación de un biodigestor para la producción de biogás. Desde su punto de vista cuáles has podido percibir en el área de estudio. Marque con X los que consideres Si consideras que falta alguno lo puede incluir.

Impactos Ambientales

1-Cambios en las estructuras del relieve.

2-Vertimiento de las aguas residuales.

3- Erosión de los suelos.

4 -Deforestación (tala de árboles).

5-Desaparición de especies endémicas.

6- Destrucción del paisaje natural.

7-Aumento de los niveles de contaminación del aire.

8-Incremento de los niveles sonoros continuos.

Gracias, Muchas gracias.

Anexo 3

Tabla 1. Listado florístico de las especies del estrato arbóreo:

Nombre científico	Nombre común
Cassuarina equisetifolia	casuarina
Eretai tinifolia	quebracho
Cordia alba	ateje amarillo
Pithecellobium	dulce guinga
Bucida ducer	júcaro
Terminalia catappa	almendra
Melicococas bijuga	anoncillo
Mangifera	mango
Pithecellobium saman	algarrobo
Artocarpus altilis	guapén

Tabla 2. Listado florístico de las especies del estrato arbustivo:

Estrato arbustivo	
Dychrostachi cinerea	marabú
Acacia farnesiana	aroma
Leucaena glauca	aroma boba
Lemaireocereus hystrix	cardona
Busera simaruba	almácigo

Tabla 3. Listado florístico de las especies del estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común
Digitaria sanguinalis	pata de gallina
Portulaca oleracea	verdolaga
Bidens pilosa	romerillo
Mimosa pudica	dormidera
Cynodun dactylon	hierba fina
Panicum maximun	hierba de guinea
Cenchrus tribuloides	guisazo
Piper aduncum	platanillo de Cuba
Pluchea odorata	salvia
Abrus precatorius	peonía
Tillandsia balbisiana	curujey
Jatropha gossypisfolia	tua tua
Ocimum bacilicum	albahaca
Tournefortia glabra	cayaya macho
Parthenium hysterophorus	escoba amarga

Tabla 4. Listado de Insectos

Libéllula sp	cigarrillo
Grillos sp	grillo
Apis mellifera	abeja
Anartia jatrophae	mariposa
Atta insulares	bibijagua
Musca domestica	mosca

Tabla 5. Listado de Aves

Cathartes aura	aura tiñosa
Passer domesticus	gorrión
Tyrannus domiscensis	pitirre
Cortophaga ani	judío
Columbina passerina	tojosa
Dives atrovioleacea	totí
Mimus poliglottus	sinsonte

Tabla 6 Listado de Anfibios

Osteopilus septentrionales	rana
Peltophryne fustiger	sapo común

Tabla 7 Listado de Reptiles

Anolis alisoni	lagartija
Anolis sagrei	lagartijo chino
Alsophis canterigerus	jubo
Anolis equestri	chipojo
Antillophis andreae	culebra

Anexo 4

No	Categoría Docente			Categoría Científica	
	Instructor	Asistente	Titular	Master	Doctores
6	3	3		2	