



GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

CURSO ACADÉMICO

2019-2020

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO en Español

“ESTUDIO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA IMPLANTACIÓN
DE UNA PLANTA DE BIOGÁS EN UN COMPLEJO AGROGANADERO”

TÍTULO en Inglés

“ECONOMIC VIABILITY STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF A
BIOGAS PLANT IN AN AGRICULTURAL AND LIVESTOCK FACILITY”

AUTOR/A

JAVIER MARTÍNEZ ANGULO

DIRECTOR/A

IGNACIO LLORENTE GARCÍA

FECHA

22/09/2020

Santander, Septiembre de 2020

Índice de contenidos

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.2. JUSTIFICACIÓN	5
1.3. OBJETIVOS	6
1.4. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2. RESUMEN EJECUTIVO DE LA EMPRESA	6
3. VIABILIDAD TÉCNICA.....	8
3.1. PLANTA DE BIOGÁS.....	8
3.1.1. Digestores	9
3.1.2. Upgrading.....	10
3.1.3. Gestión del digestato	10
3.2. LOCALIZACIÓN Y CONSTRUCTOR.....	10
3.3. MATERIA PRIMA	11
3.4. RECURSOS HUMANOS.....	11
3.5. PRESUPUESTO DE CAPITAL	12
4. VIABILIDAD COMERCIAL	14
4.1. MERCADO OBJETIVO	14
4.2. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA	16
4.3. VENTAJA COMPETITIVA.....	18
4.4. MARKETING MIX.....	18
4.4.1. Cartera de productos	18
4.4.2. Política de precios.....	19
4.4.3. Promoción	19
4.4.4. Distribución	21
4.5. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	21
4.6. ANÁLISIS DAFO	22
5. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	23
5.1. INGRESOS	23
5.2. GASTOS	24
5.3. CUENTA DE RESULTADOS	26
5.4. FLUJOS DE CAJA	26
6. VIABILIDAD FINANCIERA.....	27
6.1. ARRENDAMIENTO FINANCIERO (LEASING).....	27

6.2.	PRESUPUESTO DE TESORERÍA	28
7.	VALORACIÓN DEL PROYECTO	28
7.1.	VALOR ACTUAL NETO (VAN)	28
7.2.	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	29
8.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	29
8.1.	UMBRAL DE RENTABILIDAD	29
8.2.	ESCENARIO PESIMISTA	29
8.3.	ESCENARIO ALCISTA	30
9.	CONCLUSIONES.....	31
10.	BIBLIOGRAFÍA	32

Índice de ilustraciones

Ilustración 1.	Economía circular.....	7
Ilustración 2.	Proceso de elaboración del biometano.....	9
Ilustración 3.	Localización de la planta de biogás en la empresa.....	10
Ilustración 4.	Cartel Publicitario.....	20
Ilustración 5.	Esparcidor de compost.....	20
Ilustración 6.	Sacos de compost Abono Vivo	21

Índice de tablas

Tabla 1.	Presupuesto planta de biogás.....	12
Tabla 2.	Presupuesto maquinaria de regenerador de suelos.....	14
Tabla 3.	Principales mercados organizados.....	15
Tabla 4.	Principales Hubs en Europa.....	17
Tabla 5.	Precios netos para distribución en euros por unidad de venta.....	19
Tabla 6.	Porcentajes demanda compost Abono Terra 2019.....	22
Tabla 7.	Análisis DAFO.....	23
Tabla 8.	Ingresos anuales.....	23
Tabla 9.	Tabla de ingresos previstos.....	24
Tabla 10.	Gastos de personal.....	24
Tabla 11.	Amortización planta biogás.....	25
Tabla 12.	Amortización maquinaria del regenerador de suelos.....	25
Tabla 13.	Tabla de gastos previstos.....	25
Tabla 14.	Cuenta de resultados.....	26
Tabla 15.	Flujos de caja del proyecto.....	27
Tabla 16.	Arrendamiento financiero.....	27
Tabla 17.	Presupuesto de tesorería.....	28
Tabla 18.	VAN estimado.....	28
Tabla 19.	Umbral de rentabilidad.....	29
Tabla 20.	Escenario pesimista.....	30
Tabla 21.	Escenario alcista.....	30

RESUMEN

El modelo productivo actual se abastece principalmente de recursos naturales finitos para su posterior transformación y deshecho. Este modelo unidireccional pone en peligro no solo la sostenibilidad medioambiental, sino que también la de nuestro modelo económico y social. Ante esta creciente amenaza, en los últimos años la sociedad y las instituciones que la representan han buscado una alternativa real para cambiar esta tendencia denominada economía circular, que consiste en el aprovechamiento de los residuos para prolongar la vida de los productos.

El presente Trabajo de Fin de Grado surge ante el deseo de una empresa agroganadera de consolidar su apuesta por la economía circular. La empresa en la actualidad se dedica a la producción agrícola, la producción de compost, la gestión de lodos y la generación de energía.

El propósito de este trabajo consiste en estudiar la rentabilidad que supondría la instalación de una planta de biogás en un complejo agroganadero, maximizando los residuos de otras unidades de negocio en un proceso de reutilización.

El estudio se realiza a través de un análisis de viabilidad y el empleo de técnicas de evaluación de inversiones como el VAN y el TIR. Además, se desarrolla un análisis de sensibilidad en el que se contemplan diferentes escenarios.

A modo de conclusión, por un lado, el proyecto es viable en el escenario actual. Sin embargo, se trata de un sector primado en el que gran parte de su rentabilidad viene dada por esa prima que ofrece el Estado para asegurar el suministro eléctrico en cada momento.

ABSTRACT

The current production model is mainly supplied by finite natural resources for their subsequent transformation and disposal. This one-way model jeopardises not only environmental sustainability, but also that of our economic and social model. Faced with this growing threat, in recent years society and the institutions that represent it have sought a real alternative to change this trend called the circular economy, which consists of using waste to prolong the life of products.

The present End of Degree Project arises from the desire of an agro-livestock company to consolidate its commitment to the circular economy. The company is currently engaged in agricultural production, compost production, sludge management and energy generation.

The purpose of this work is to study the profitability of installing a biogas plant in an agro-livestock complex, maximising the waste from other business units in a reuse process.

The study is carried out through a viability analysis and the use of investment evaluation techniques such as NPV and IRR. In addition, a sensitivity analysis is carried out in which different scenarios are considered.

As a conclusion, on the one hand, the project is viable in the current scenario. However, this is a primary sector in which a large part of its profitability is due to the premium offered by the State to ensure electricity supply at all times.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se desarrolla en el marco del Trabajo de Fin de Grado correspondiente al Grado en Administración y Dirección de Empresas de la Universidad de Cantabria. Se pretende realizar un análisis detallado de la viabilidad de un proyecto a corto plazo para la instalación de una planta de biogás en la empresa Apaycachana-6 SL. Esta empresa se dedica a la generación de energía gracias a una cogeneración, la producción de hortalizas en invernaderos tanto hidropónicos como en extensivo y al tratamiento del estiércol y residuos, cuyo producto final es el compost.

Mediante la implantación de esta planta se pretende obtener un nuevo negocio para la empresa. Proporcionaría una potencial fuente de ingresos gracias a la venta del biogás y, además la posibilidad de su autoconsumo para el suministro de combustible en la cogeneración. Este proyecto contribuye a desarrollar y consolidar la apuesta estratégica de Apaycachana por la economía circular, ya que permite a la empresa la conversión de gases contaminantes en un input de energía para otro proceso, como es la generación de biometano.

En la actualidad, los motores de la planta de cogeneración se abastecen de gas natural, que tiene que ser adquirido de la red. Por tanto, con la instalación de una planta de biogás y la adaptación de los motores se conseguiría reducir la dependencia existente en la actualidad del gas natural como materia prima, cuyos precios han estado sometidos a una fuerte volatilidad en los últimos años.

La rentabilidad y la viabilidad del proyecto podría estar condicionada por la situación y evolución de diferentes factores como por ejemplo el precio de venta directa en el mercado del biogás producido, y los precios del gas natural que en la actualidad se utiliza para alimentar la planta de cogeneración y el precio que se obtiene por la comercialización de la energía eléctrica resultante. El trabajo no solo analiza la situación actual, sino que incluye un análisis de sensibilidad en el que se plantean diferentes escenarios.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La principal motivación para realizar este trabajo es el aprovechamiento de un gran recurso energético como es el metano emitido en el proceso de fabricación del compost. En la actualidad, Apaycachana dispone de una gran cantidad de estiércol, lodos y demás residuos que nutren el producto final, el compost. Este proceso es duradero y provoca la emisión de gases altamente contaminantes, como es el metano que emite el estiércol, que bien podrían aprovecharse con unas instalaciones correctamente acondicionadas y una inversión inicial cuantiosa.

Además, en los últimos años, la concienciación social sobre el impacto ambiental de las actividades humanas ha crecido significativamente, y tanto las personas como las instituciones públicas, demandan y fomentan un uso más responsable de los recursos. Se percibe un miedo sustanciado en un posible cambio climático, propiciado en parte, por el abuso industrial y la explotación de los recursos.

Recientemente, la Comisión Europea (2019) presentó el “European Green Deal”, que proporciona una hoja de ruta para el impulso del uso eficiente de los recursos al pasar a una economía limpia y circular y, además mejorar la biodiversidad y reducir la contaminación. Bajo este contexto, a nivel nacional se ha publicado el Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética, que contiene los elementos reguladores del primer “Plan Nacional de Energía y Clima” (PNIEC), que fija los objetivos a cumplir en los periodos establecidos de los años 2030 y 2050.

Así es que Apaycachana pretende adelantarse a acontecimientos inminentes, iniciando la búsqueda de alternativas a los métodos tradicionales en la obtención de energía y la mejora de la gestión de los residuos, evitando también la elevada contaminación provocada en los métodos tradicionales. Uno de ellos es el biogás, obtenido mediante un proceso metabólico de descomposición de la materia orgánica.

1.3. OBJETIVOS

Es objetivo de este trabajo encontrar una nueva unidad de negocio para Apaycachana, que incremente el desarrollo empresarial aprovechando las sinergias entre las diferentes unidades de negocio actuales. Así mismo, pretende asegurar la presencia futura de la empresa en un mercado innovador y con altas expectativas de crecimiento.

La nueva planta de biogás supone una importante inversión inicial, que busca obtener una rentabilidad adicional gracias a un nuevo proceso de valorización de los residuos ya gestionados en la empresa.

Además, esta nueva planta cumplirá con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) marcados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Agenda 2030, reduciendo la contaminación provocada por la emisión de gases contaminantes, mejorando la eficiencia energética y aumentando la generación de combustibles alternativos.

1.4. MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado se da a conocer la metodología empleada para el análisis del proyecto de la instalación de una planta de biogás en Apaycachana, que cerrará el ciclo de todas las unidades productivas de la empresa. En primer lugar se estudia la situación de la empresa en la actualidad y el contexto de los sectores en los que opera. A continuación, se analiza en profundidad las viabilidades técnica, comercial, económica y financiera del mismo. Gracias a los datos obtenidos con anterioridad, se elabora un plan económico y financiero y finalmente se aplican técnicas para la evaluación de inversiones como son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La información del presente estudio procede de fuentes primas, como son: la empresa objeto de estudio, Apaycachana-6 S.L., la empresa que proporcionaría la tecnología, Biovic Consulting, y diversas fuentes secundarias. Además, ambas empresas dan permiso para la inclusión de datos en este trabajo.

2. RESUMEN EJECUTIVO DE LA EMPRESA

La empresa Apaycachana-6 S.L. comienza su actividad en el año 2009 en Vidanes, provincia de León. Está compuesta por distintas unidades de negocio independientes, con una marca autónoma pero consolidadas en la matriz, que es Apaycachana-6 S.L.

La filosofía de la empresa desde un inicio ha sido la de “cerrar el ciclo”, es decir, la reutilización de los residuos en otros procesos. Por tanto, el hecho de establecer la idea de la economía circular en cada una de las unidades de negocio ha sido una premisa desde el inicio de la actividad.

La primera unidad de negocio corresponde a la marca “Cisener”. Se trata de una planta de cogeneración, que genera energía mediante 12 motores alimentados con gas natural y cuya potencia nominal es de 7,6 MWhe. Las plantas de cogeneración de alta eficiencia, como Cisener, no son rentables en la actualidad por sí mismas, ya que el precio de venta del output generado (electricidad) es menor que el del input (gas natural) más el coste de fabricación. En este punto aparecen las políticas de fomento de energías limpias, que potencian este tipo de producción energética frente a energías

como el carbón o petróleo. Así es que, la energía eléctrica que genera Apaycachana, al ser considerada de alta eficiencia, recibe un extra por esa misma energía invertida, denominada Retribución Específica. Esta retribución se compone de dos conceptos: Retribución a la inversión que compensa la inversión inicial de la instalación y la Retribución a la Operación que compensa los precios de los mercados eléctrico y gasista para que exista lo que se denomina “rentabilidad razonable”. Así es que la cogeneración está sometida en la normativa de generación renovable sin serlo íntegramente.

Además, los motores irradian una gran cantidad de calor, que es el residuo aprovechado en los invernaderos para cultivo hidropónico de tomates, pimientos y demás verduras mediante dos sistemas de calefacción, como son el suelo radiante y los aerotermos.

Esta es la segunda unidad productiva, “Nuestra Huertina”. Mediante el calor obtenido de los motores y añadiendo luz, agua y nutrientes se obtiene el producto final. Esta producción genera una serie de residuos como son los restos de planta, destrío, restos de abono líquido usado en la planta y perlita, que nutren y sirven de materia prima a la tercera unidad de negocio, “Abono Vivo”.

En este caso, se produce y comercializa compost gracias al residuo anteriormente mencionado y el estiércol generado por las 10.000 cabezas de ganado procedente del mayor complejo ganadero de todo España, ubicado en las instalaciones de la empresa. Estas instalaciones se encuentran arrendadas a la empresa ganadera “Miguel Vergara S.L.”. No obstante, Apaycachana es propietaria del estiércol generado, que brinda a la empresa 60.000-70.000 toneladas de estiércol al año. Es con ese residuo con el que, mediante un proceso de fermentación de un producto con alto poder nutricional, higienizado y estabilizado, se consigue un compost totalmente orgánico.

No solo eso, sino que también existe la marca “Gercyl” que se encarga de la gestión de residuos orgánicos que empresas ajenas pagan por trasladar a Apaycachana. Estos residuos se conocen como lodos deshidratados de depuradoras, suero de empresas lácteas... de los cuales ésta se aprovecha y mezcla con estiércol y restos vegetales para la obtención de otro producto con distintas propiedades como es “Abono Terra”, que ya no se trata de un compost totalmente orgánico, sino que es el resultado de la mezcla con unas proporciones de 25% lodos y 75% de estiércol. En la actualidad, la empresa procesa aproximadamente 10.000 toneladas de lodos, sin embargo, el objetivo es recibir una mayor cantidad y beneficiarse tanto de su recepción como de su elaboración

Ilustración 1. Economía circular.



Fuente: elaboración propia.

Es en estas dos últimas unidades de negocio en las que se desarrollará este trabajo. Se estudiará la posibilidad de la instalación de una planta de biogás en las proximidades a la nave en la que se elabora el abono. Este proceso emite gases contaminantes como son: el metano, dióxido de carbono y trazas de otros gases. El objetivo de esta planta es la fabricación del biometano, gas muy cotizado en el mercado y que se utiliza tanto en motores para la producción de energía (de los que dispone la empresa), como para la venta y comercialización del producto.

A priori, el biometano tiene un precio de venta superior al margen de beneficio que reportaría la utilización del mismo como combustible en los motores de "Cisener", en lugar de gas natural. Esto se debe a que estos se abastecen por igual de gas natural, cuyo coste es actualmente bastante inferior al de la generación de biometano en la nueva planta. Esto quiere decir que en el caso de que el precio de venta del biometano disminuyera, no sería rentable el aprovechamiento propio de este combustible debido a los elevados gastos que conlleva su generación. No obstante, no se puede desestimar la opción del aprovechamiento de ese biometano para la producción de energía mediante motores en caso de un hipotético corte en la distribución del gas natural por parte del proveedor.

A su vez, se acaba de finalizar una instalación fotovoltaica de 400 kW con paneles solares, destinado únicamente al autoconsumo de la energía que estos generan y reducir así un gasto fijo de gran cuantía para la sociedad como es la luz.

3. VIABILIDAD TÉCNICA

Tras explicar la situación actual de la empresa, se procede a analizar la viabilidad técnica del proyecto de la planta de biogás. En la viabilidad técnica se desarrollará el proceso de extracción del biogás y su posterior conversión a biometano, la gestión de los residuos resultantes, y demás aspectos a tener en cuenta para la consecución del proyecto como la materia prima necesaria, personal, localización de la planta y el presupuesto de capital para la inversión.

3.1. PLANTA DE BIOGÁS

Es un hecho que la tendencia en el mercado energético está orientada a la inversión en energías renovables. Estas fuentes de energía son ilimitadas e inagotables, ya que proceden de la naturaleza y no se agotan por su consumo. Su uso no genera residuos y su aprovechamiento afecta levemente al Medioambiente. Existen diversos tipos de fuentes de energía, entre las que se encuentran la energía eólica, energía solar, energía geotérmica, biomasa, biocarburantes y la generada a raíz de mareas o corrientes marinas.

En el caso de la biomasa, se trata de residuos de origen biológico que proceden de actividades agrarias, pesqueras o forestales. También son considerados como biomasa los residuos sólidos urbanos, lodos de depuradoras y aguas residuales. El alto contenido energético que contiene la biomasa puede ser aprovechado para la producción de energía térmica, energía eléctrica, biogás o bien la producción de biocarburantes como son el bioetanol y biodiesel (Consumo Responde, s.f.).

La implantación de las plantas de biogás es una práctica cada vez más habitual en Europa, no siendo así en España. Es por ello por lo que la idea principal de este trabajo se sustenta en la implantación de una planta de biogás en las instalaciones de la empresa Apaycachana, siendo novedad en el mercado español y un hecho diferenciador de su competencia. Y es que, una planta de biogás reduce el impacto ambiental provocado por los residuos orgánicos gracias a la reducción de las emisiones

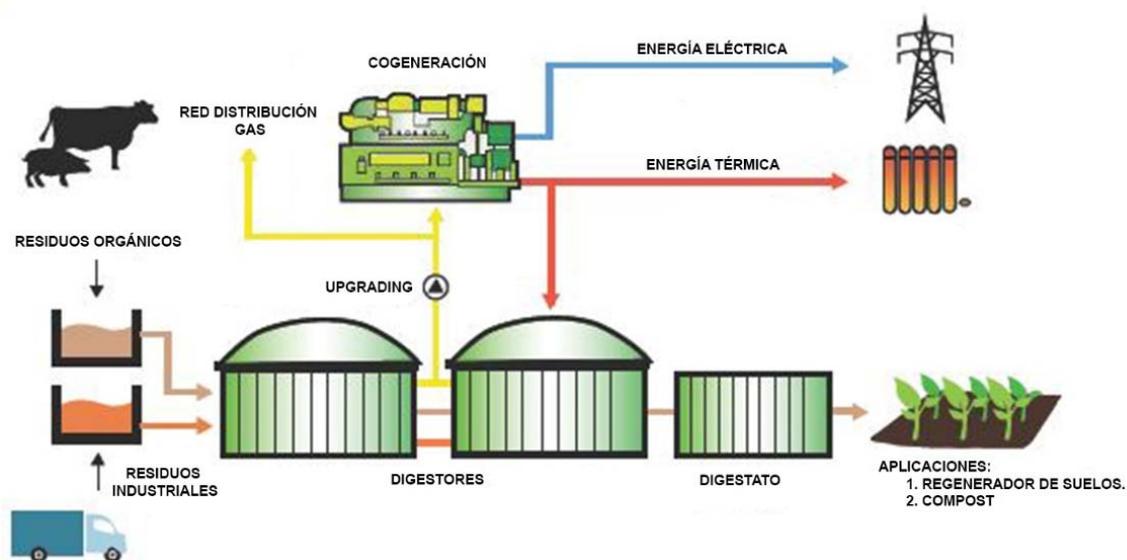
de metano y demás gases de efecto invernadero a la atmósfera, minimizando también olores y mejorando las propiedades de los residuos finales.

En la actualidad, la empresa cuenta con 60.000-70.000 toneladas de estiércol anual provenientes de la ganadería de Miguel Vergara, de los cuales tan solo se aprovechan 21.000 toneladas para la producción de Abono Vivo, y aproximadamente 10.000 toneladas de lodos que otras empresas pagan por llevar a Apaycachana. No obstante, esa cantidad de lodos recibidos se pretende ampliar con el fin de garantizar la materia prima para la generación del biogás, además de proporcionar a la empresa de liquidez por su entrada. Esos lodos solamente son aprovechados en la generación de compost de la marca Abono Terra, fruto de una mezcla de estiércol y lodos residuales.

A continuación se describe el proceso de producción del biometano, el cual está estructurado en tres fases principales y, además, se tiene en cuenta el aprovechamiento del digestato final. Este proceso se explica a continuación en la *Ilustración 2*, en la que se ha esquematizado de una manera sencilla la transformación de un residuo, como pueden ser el estiércol o los lodos, a biometano.

Cabe destacar que este nuevo proceso es independiente de la planta de compostaje, ya que únicamente se aprovechará el residuo sólido en dicha planta.

Ilustración 2. Proceso de elaboración del biometano.



Fuente: elaboración propia a partir de PNG OCEAN.

3.1.1. Digestores

Los digestores forman parte de la nueva actividad empresarial, que comienza con la homogeneización de los diferentes tipos de lodos que recibe la instalación junto al estiércol procedente del complejo ganadero. Una vez mezclados, se introducen en el digestor para dar comienzo al nuevo proceso de digestión anaerobia. La digestión anaerobia consiste en la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno, llevado a cabo por ciertos microorganismos que transforman esa materia orgánica en biogás y la materia inorgánica, no procesada por los microorganismos, en digestato. A partir de este punto el biogás extraído de los digestores es tratado en la fase de Upgrading del punto 3.1.2 y el digestato resultante se comenta en el punto 3.1.3.

3.1.2. Upgrading

El proceso mencionado en el punto anterior genera un biogás con una baja concentración de metano. Para la inclusión de este gas en la red de distribución debe mejorarse hasta que se tenga una alta concentración de metano que sea equiparable a la del gas natural. Este proceso de concentración o mejora se llama Upgrading y transforma el biogás extraído de los digestores en biometano. El Upgrading es muy importante ya que el biogás no tiene aplicaciones industriales por su bajo poder calorífico. En cambio, el biometano resultante tiene diferentes opciones en el mercado gasista.

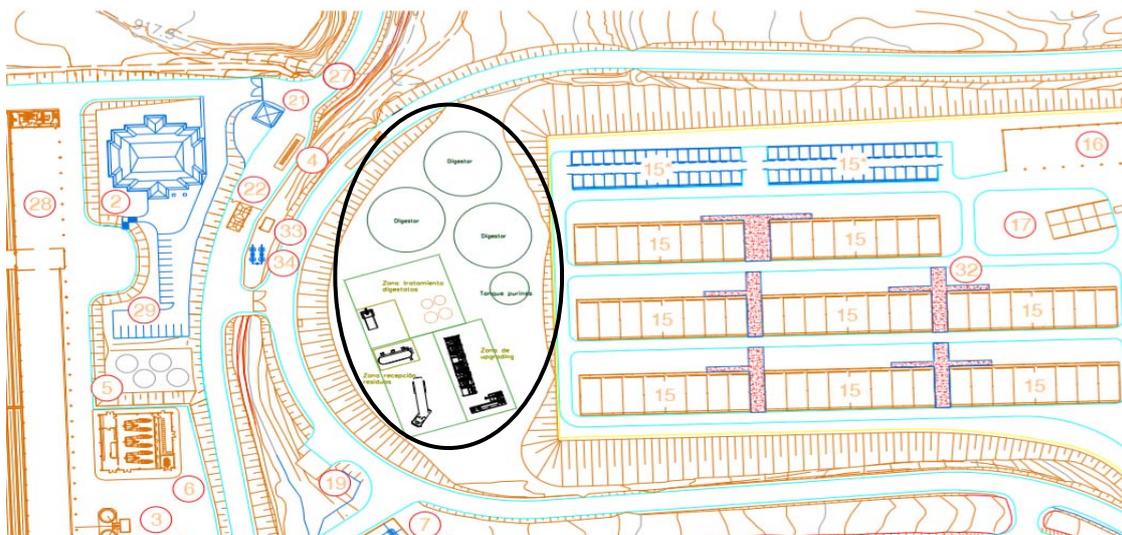
3.1.3. Gestión del digestato

Una vez extraído todo el biogás procedente de los lodos, haberlo convertido en biometano e introducido en la red para su venta en el extranjero, surge la problemática de la gestión de los residuos generados por el digestor, el digestato. Éste resulta con una parte líquida y otra parte sólida. La parte sólida se puede aprovechar para la mezcla con estiércol en la descomposición del compost de la marca Abono Terra, lo que forma parte de la operativa actual de la empresa. En cambio, la parte líquida no es beneficiosa para la fabricación de abono y perjudicaría al producto final. Por tanto, surge la cuestión de cómo aprovechar ese digestato en su forma líquida, surgiendo dos posibilidades: la primera de ellas es la conversión en un nuevo fertilizante gracias a las propiedades que posee, lo que requeriría de una cuantiosa inversión adicional. En segundo lugar, se considera la venta de ese líquido como un “regenerador de suelos”. Su precio de venta inicial sería muy inferior al del fertilizante, o incluso puede que sea a coste cero en un principio, pero gracias a sus propiedades puede cubrir las necesidades de agricultores de la zona y se suprime el problema del residuo líquido.

3.2. LOCALIZACIÓN Y CONSTRUCTOR

Para la realización de este proyecto es importante definir el espacio de la empresa en que se va a ubicar. La cercanía con la planta de compostaje es necesaria por el hecho de la logística, ya que en caso contrario habría que considerar el transporte del estiércol y los lodos a la nueva planta de biogás, lo que conllevaría más costes para la empresa y, por tanto, el beneficio se reduciría.

Ilustración 3. Localización de la planta de biogás en la empresa.



Fuente: Biotic Consulting.

Como se muestra en la *Ilustración 3*, la zona redondeada es la ubicación exacta en la que se ha pensado implantar la instalación. Como ya se ha mencionado, la cercanía con la planta de compostaje es un aspecto clave, por lo que se ha colocado a la izquierda de ésta en la perspectiva del plano. Así, no será necesario incurrir en costes de transporte con los riesgos que ello acarrea por posible pérdida de producto, colisión, cierre defectuoso del camión y demás circunstancias que pueden darse en el trayecto.

En cuanto a la empresa constructora y encargada de la instalación de la planta de biogás cabe destacar la seria posibilidad de realizar este proyecto de la mano de Biovic Consulting. Se trata de una empresa “especialista en la construcción de plantas de biogás y de gas renovable (plantas de Upgrading), así como plantas de I+D. Los servicios que Biovic puede prestar van desde el desarrollo, concepto inicial de proyectos y realización de tramitaciones hasta la ingeniería de detalle, selección de equipos y puesta en marcha de las instalaciones” (Biovic Consulting, 2019). En el caso de la planta de Apaycachana, sus servicios se limitarían a la ingeniería básica y de detalle, ya que del equipo operativo se encarga la propia empresa.

3.3. MATERIA PRIMA

Como ya se ha mencionado anteriormente, la materia prima a introducir en los digestores de la planta se trata de lodos que Apaycachana recibe de otras empresas, las cuales han de ingresar una cuota por deshacerse de sus residuos. Así es que, la materia prima en este caso supone un ingreso y no un gasto como es habitual en el resto de los sectores. Gracias a la marca Gercyl, se ha conseguido la recepción de 10.000 toneladas de lodos anualmente, cuyo precio aproximado es de 15 €/tonelada. Esto quiere decir que la empresa ha ingresado aproximadamente 150.000 € cada año desde la creación de esta unidad de negocio. Además, se obtiene un beneficio procedente del tratamiento de estos lodos y su mezcla con estiércol para la venta de un compost que no es totalmente orgánico, bajo la marca de Abono Terra. Por tanto, se consigue un ingreso tanto por el input de los lodos como por el output del compost, que es el producto final. No obstante, se pretende aumentar esta capacidad de recepción de lodos deshidratados una vez instalada la planta de biogás. De esta manera se ingresaría mayor cantidad de dinero por el input de la planta de biogás y, el digestato sólido que esta genera, se incorporaría de nuevo a la planta de compostaje como parte de Abono Terra. Se estima que la recepción futura de esta materia prima puede llegar a ser de 40.000 toneladas anuales.

La planta de biogás también admite la introducción del estiércol procedente de las 10.000 cabezas de ganado del grupo Miguel Vergara S.L. En la actualidad, una parte de ese estiércol (21.000 toneladas) se procesa y se transforma en compost para la marca Abono Vivo. Por tanto, el excedente se destinaría íntegramente a la planta de biogás, introduciendo en los digestores 45.000 toneladas de estiércol aproximadamente.

De esta manera no se renuncia a ninguna de las unidades productivas anteriores y se optimiza ese estiércol residual para la generación del biometano.

3.4. RECURSOS HUMANOS

En primer lugar, hay que definir las tareas de operación y mantenimiento básicas en la futura planta de biogás. Principalmente estas tareas abarcan la entrada de los lodos en el proceso y su salida como digestato. Una vez la empresa reciba los lodos, estos se colocarán en la actual zona de almacenamiento hasta que sean requeridos por el digestor. Cuando se introduzcan en el digestor, las tareas son las de control y mantenimiento de la planta. Por último, el biometano generado se introduce directamente en la red de distribución y el digestato resultante regresará a la planta de

compostaje, utilizando la parte sólida para la generación de compost y la parte líquida en un nuevo proceso de valorización como fertilizante o regenerador de suelos.

En cuanto a los puestos de trabajo necesarios para desempeñar estas funciones aparecen: el transporte de residuos en la entrada y salida del proceso por seis choferes, el control de datos por el ingeniero agrónomo e ingeniero industrial, un encargado de mantenimiento, tres operarios de mantenimiento y dos comerciales encargados concretamente de la colocación del regenerador de suelos.

Cabe mencionar que, gracias a la autosuficiencia de la empresa, para la mayoría de los puestos mencionados no se requieren nuevas contrataciones, ya que los operarios actuales de la planta de compostaje, del equipo de mantenimiento y los técnicos encargados de las áreas agroindustrial y energética pueden abarcar esta nueva unidad productiva. Se deberá contratar personal nuevo para dar salida al regenerador de suelos, de lo que se encargan seis transportistas y dos comerciales.

Este coste adicional por la nueva unidad de negocio en concepto de salarios se estudiará en el apartado de *viabilidad económica*, donde se tiene en cuenta el número de unidades de negocio en las que los trabajadores pasarían a operar para dividir su salario entre las unidades mencionadas.

3.5. PRESUPUESTO DE CAPITAL

En este apartado se estudia la inversión inicial que se ha de acometer para la puesta en funcionamiento de la planta y comience así a operar la nueva unidad de negocio. El coste de la planta de biogás se encuentra desglosado en 15 apartados como se muestra en la *Tabla 1*:

Tabla 1. Presupuesto planta de biogás.

Instalación planta de biogás			
Pos.	Cantidad	Descripción	Coste (€)
1		Ingeniería y desarrollo	
1.1		Ingeniería y desarrollo	
1.2		Ingeniería básica	
		TOTAL APARTADO 1. INGENIERÍA Y DESARROLLO	40.000 €
2		Obras civiles generales	
2.1		Trabajos en hormigón	
2.2		Cercas / puertas de entrada	
2.3		Infraestructura / pavimentación	
		TOTAL APARTADO 2. OBRAS CIVILES GENERALES	161.426 €
3		Recepción de sustratos líquidos	
3.1	1	Tanques de recepción de sustratos líquidos	
3.2	1	Agitador sumergible / ATEX	
3.3	1	Bomba horizontal	
		TOTAL APARTADO 3. RECEPCIÓN SUSTRATOS LÍQUIDOS	50.140 €
4		Cargador de sólidos	
4.1	1	Cargador de sólidos	
4.2	1	Bomba Biomix	
4.3	1	Macerador en línea	

		TOTAL APARTADO 4. SISTEMA DE CARGA DE SÓLIDOS	177.733 €
5		Digestores anaeróbicos	
5.1	3	Digestores	
5.2	3	Gasómetro	
5.3	3	Agitador sumergible / ATEX	
5.4	9	Agitador de eje oblicuo	
5.5	3	Estación de llenado/vaciado	
5.6	3	Accesorios de metal	
5.7	3	Sistema de dosificación de cloruro de hierro	
		TOTAL APARTADO 5. DIGESTORES ANAERÓBICOS	1.093.099 €
6		Sistema de bombeo del sustrato	
6.1	1	Bomba central	
6.2	1	Tubería de sustrato PEHD 100	
6.3	1	Válvulas manuales y neumáticas	
6.4	1	Colector de bombeo	
		TOTAL APARTADO 6. SISTEMA DE BOMBEO DEL SUSTRATO	171.408 €
7		Canalización del biogás, acondicionamiento y almacenamiento	
7.1	1	Pozo de condensados	
7.2	1	Filtro de carbón activo	
7.3	1	Compresor de biogás	
7.4	1	Enfriador de biogás y sistema de recuperación de calor	
7.5	1	Analizador de biogás	
7.6	1	Caudalímetro de biogás	
7.7	1	Colector de biogás	
		TOTAL APARTADO 7. CANALIZACIÓN DEL BIOGÁS, ACONDICIONAMIENTO y ALMACENAMIENTO	188.945 €
8		Unidad de valorización del biogás	
8.1	1	Unidad de separación por membranas	
8.2	1	Caldera de biogás/gasoil de potencia térmica 1.000 kW	
8.3	1	Antorcha	
		TOTAL APARTADO 8. UNIDAD DE VALORIZACIÓN DE BIOGÁS	1.284.704 €
9		Sistema de distribución de calor	
9.1	1	Distribuidor de calor (colector, conexiones, circuito...)	
		TOTAL APARTADO 9. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CALOR	29.498 €
10		Cuadro de control y automatización/instalaciones eléctricas	
10.1	1	Instalación eléctrica (armario de control, cableado, tubería...)	
10.2	1	Sala de control y sala de bombas	
		TOTAL APARTADO 10. CUADRO DE CONTROL, AUTOMATIZACIÓN E INSTALACIONES ELÉCTRICAS	281.721 €

11		Almacenamiento de digestato y postratamiento digestato	
11.1	1	Separador del digestato	
11.2	1	Depósito aéreo de recepción de sustratos líquidos	
		TOTAL APARTADO 11. ALMACENAMIENTO DE DIGESTATO Y POS-TRATAMIENTO DIGESTATO	143.670 €
12	1	Supervisión de puesta en marcha	
		TOTAL APARTADO 12. PUESTA EN MARCHA	40.250 €
13		Ingeniería y supervisión técnica de la construcción	
13.1	1	Ingeniería de detalle, supervisión de la construcción	
		TOTAL APARTADO 13. SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN	257.200 €
14		Elementos de seguridad y salud	
		TOTAL APARTADO 11. ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD	17.250 €
15		Interconexión a la red de gas	250.000 €
		PRECIO TOTAL DE LA PLANTA DE BIOGÁS	4.187.044 €

Fuente: elaboración propia a partir de estimación coste de Biovic Consulting.

Así es que, según una estimación de coste realizado por la empresa Biovic Consulting, la inversión a realizar en la planta ronda los 4.187.044 €. Además, se debe incluir la tubería requerida para transportar el biometano a la red, que depende de la distancia entre la planta y el punto de acceso a la red. Como ya se ha mencionado en el apartado 3.2, es conveniente la localización fijada en la *Ilustración 3* por su cercanía a la planta de compostaje y a la interconexión de red de distribución.

Además de la inversión en la planta de biogás, la empresa debe invertir en la maquinaria necesaria para buscar destino a los residuos procedentes de la misma. Es por ello por lo que para la comercialización del digestato líquido se presupuesta la inversión en esparcidores de purín, inyectoras, tractores y camiones que transporten e inyecten el producto en la tierra del agricultor.

Tabla 2. Presupuesto maquinaria de regenerador de suelos.

Compra maquinaria para regenerador de suelos			
Pos.	Cantidad	Descripción	Coste (€)
1	4	Cuba de purín JOSKIN TETRALINER 23500 T	183.360,00 €
2	4	Inyector JOSKIN MULTI-ACTION 6880/32MAH	58.084,00 €
3	2	Tractor	180.000,00 €
4	2	Cabeza tractora	140.000,00 €
		PRECIO TOTAL MAQUINARIA	561.444,00 €

Fuente: elaboración propia a partir de precios de venta.

4. VIABILIDAD COMERCIAL

En este apartado procederemos a analizar los conceptos económicos básicos de la oferta y la demanda del producto final de la planta de biogás, el biometano. Además de los productos secundarios obtenidos en el proceso: regenerador de suelos y abono.

4.1. MERCADO OBJETIVO

Los actuales consumidores de gas, más concretamente los grandes consumidores industriales, son quienes forman el público objetivo para la venta del biometano

generado. Para que el producto sea adquirido por el consumidor final hay que estudiar las diferentes vías de comercialización, que se definen a continuación:

- Contrato bilateral: se trata de un acuerdo directo entre productor y consumidor. Este acuerdo puede darse bajo las modalidades de contratos a largo y corto plazo. Al fijar un precio desde el inicio de la instalación, se corre el riesgo de que el precio actual de mercado al que se fije el acuerdo no tenga en cuenta las expectativas de crecimiento del producto y, por tanto, el precio de mercado incremente y la empresa no pueda aprovecharse de esa subida. Por el contrario, en caso de una disminución del precio de mercado, la empresa no se vería afectada. Otros aspectos a tener en cuenta es que, en caso de contratos a corto plazo, la empresa tendría desarrollar una labor comercial continua y, además, el volumen de gas producido no tiene por qué coincidir con la demanda del consumidor, por lo que habría que buscar un agente externo que compense esas variaciones entre producción y demanda.
- Mercados organizados: se trata de un mercado anónimo, regulado mediante unos contratos entre los agentes que operan en el mercado y la empresa productora. Estos contratos se fijan mediante precio de mercado que oscila diariamente según las curvas de oferta y demanda. Esta alternativa conlleva un riesgo debido a la volatilidad de los precios de los mercados, sin embargo, mejora la opción anterior ya que la totalidad de la producción se incorpora al mercado, con independencia de la demanda de los consumidores. En la *Tabla 3* se exponen los principales mercados organizados a nivel europeo en la actualidad y los índices en los que operan.

Tabla 3. Principales mercados organizados.

Mercado	Países en los que opera	Productos
ICE Futures Exchange	UK, Holanda y Alemania	Futuros y cámara de compensación para operaciones OTC
ICE_Endex	UK, Zeebrugge y Holanda	Intradiario, sport, prompt, futuros y cámara de compensación para operaciones OTC
EEX	Alemania y Holanda	Intradiario, sport, prompt, futuros y cámara de compensación para operaciones OTC
Powernext	Francia	Intradiario, sport, prompt, futuros y cámara de compensación para operaciones OTC
CEGH Exchange	Austria	Spot, prompt y futuros
Gaspoint Nordic	Dinamarca	Spot y prompt
GME	Italia	Intradiario, spot y futuros

Fuente: Energía y Sociedad.

- Mercados OTC (Over The Counter): es un mercado no regulado, con contratos bilaterales donde, aunque no existe un índice de precios como en el caso anterior, puede incluirse una plataforma de negociación para acercar las

posturas de los agentes implicados. Por consiguiente, al igual el primer ejemplo, se trata de contratos bilaterales, pero en este caso ligados a las condiciones de mercado, es decir que aunque se fije un precio cerrado podrá ser revisado en el tiempo en caso de grandes variaciones en los mercados. Al igual que el caso de los mercados organizados, se realizará la venta del 100% de la producción sin depender de la demanda de los consumidores. Además, la gran ventaja de esta alternativa es que normalmente se realiza mediante acuerdos a largo plazo de más de 10 años.

Una vez estudiadas las diferentes opciones de venta, se llega a la conclusión de que la opción más conveniente para Apaycachana es la de los mercados OTC, principalmente por los contratos de vencimiento a largo plazo, que evitan las continuas negociaciones entre agentes y que proporciona una estabilidad tanto económica como financiera a la empresa. En este caso, es el comercializador quien adquiere la producción de biometano bajo un contrato a largo plazo, en el que el precio es fijado por una fórmula condicionada al mercado. Un ejemplo de ello es que se venda a un precio fijo toda la producción, siempre y cuando el precio de mercado no aumente o disminuya más de un 20% del precio fijado. En ese caso, el precio se condiciona a la fórmula mencionada. Además, hay que tener en consideración que el peaje de entrada a la red ha sido suprimido por la CNMC y el Ministerio de Transición Ecológica para impulsar el desarrollo de las energías renovables. Por tanto, se considera como cliente al comercializador, encargado de la venta a los diferentes distribuidores de la red.

Por otro lado, el abono procedente del digestato sólido que formaría parte de la marca Abono Terra puede incluirse en distintos mercados objetivos en función del formato final en que se venda el compost:

- Venta a "Gardens": El formato del compost sería en sacos de 50, 20 o 10 litros a un precio superior que la venta a granel.
- Venta mayorista mediante distribuidores: el contacto con los distribuidores se mantiene de manera presencial por parte de los actuales comerciales de la empresa en León y Madrid. El formato del compost en este caso es la venta a granel y con grandes sacas Big-Bag, que se distribuye por el territorio nacional en camiones.
- Venta directa al consumidor final: venta online mediante página web con acceso público para consumidores domésticos y acceso restringido para empresas de jardinería que utilizarán el producto en sus servicios. El formato de los sacos de compost sería el mismo que en el caso de la venta a Gardens.

Por último, el mercado objetivo del regenerador de suelos procedente del digestato líquido es más limitado, centrándose únicamente en los agricultores de la zona que posean grandes fincas de cultivo en extensivo.

4.2. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Para dar comienzo a cualquier unidad estratégica de negocio, Apaycachana debe estudiar tanto la situación actual del sector, como la de sus competidores.

En la actualidad, los competidores reales de Apaycachana en este sector son los productores de gas, siendo los más relevantes EE. UU., Rusia e Irán. Sin embargo, estos grandes productores no siempre operan en los mercados donde la empresa va a ofertar su producto. De las potencias mundiales mencionadas, la que mayor influencia tiene en los mercados europeos es Rusia.

Tabla 4. Principales Hubs en Europa.

HUB	Tipo	País	Inicio	Operador
National Balancing Point (NBP)	Virtual	UK	1996	National Grid Company
Zeebrugge Hub	Físico	Bélgica	2000	Huberator (Fluxys)
Title Transfer Facility (TTF)	Virtual	Holanda	2003	Gasunie Transport Services
PSV	Virtual	Italia	2003	Snam Rete Gas
PEG Nord y PEG Sud	Virtual	Francia	2004	GRT-Gaz (GDF-Suez)
PEG TIGF	Virtual	Francia	2004	TIGF (Total)
AOC	Virtual	España	2004	Enagás
Gas Transfer Facility (GTF)	Virtual	Dinamarca	2006	Energinet
Netconnect Germany (NCG)	Virtual	Alemania	2008	Netconnect Germany
Gaspool	Virtual	Alemania	2009	Gaspool
Iberian Gas Hub	Virtual	España/Portugal	2015	MIBGAS

Fuente: *Energía y Sociedad*.

Sin embargo, a diferencia de otros gases como el gas natural, el biometano generado se considera como un “Green Gas”, siendo así un combustible ecológico. En este punto, la cifra de fabricantes europeos de biometano se reduce cuantiosamente, encontrando únicamente 497 plantas de valorización de biogás a biometano, teniendo a Alemania como potencia dominante con 194 plantas y 10.018 GWh en 2018. (PetrolPlaza, 2020).

Por el contrario, España se encuentra en la cola de los productores de biometano en Europa con tan solo una planta en todo el territorio nacional. Esta planta se encuentra en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, con una producción de 100 GWh anuales. Esta cifra es muy inferior a la media europea, tanto es así que el biometano que generaría la planta de biogás en Apaycachana aumentaría esa cifra un 40%. Esto se debe a que España se encuentra rezagada en el sector del biometano, con una red insuficiente y sin incentivar a las compañías nacionales a la generación del biometano. Esto provoca que el biometano generado se considere vender en otros mercados que aporten mayores beneficios económicos. Un ejemplo de ellos es Francia, que mediante un sistema de incentivos propicia la inversión en este tipo de energías renovables e impulsa al país en el mercado gasista. Además, España no cuenta con las GdO (Garantías de Origen), que se trata de “una acreditación, en formato electrónico, que asegura que un número determinado de megavatios-hora de energía eléctrica producidos en una central, en un periodo temporal determinado, han sido generados a partir de fuentes de energía renovables o de cogeneración de alta eficiencia” (CNMC, 2018).

4.3. VENTAJA COMPETITIVA

El concepto de ventaja competitiva hace referencia a los aspectos diferenciadores de los productos o servicios de una empresa con respecto a los de la competencia. Es un pilar en el diseño de una estrategia competitiva, ya que serán los detalles los que marquen la diferencia y los que harán que el consumidor final escoja sus productos.

En primer lugar, cabe mencionar que en el caso de la realización del proyecto, el grupo empresarial crecería en gran medida, no solo a nivel patrimonial, sino que también a nivel de marca. La tendencia natural en el mundo energético es la explotación de recursos renovables y el aprovechamiento de los residuos y la planta de biogás que se implantaría se trata meramente de eso. Además, sería una de las pioneras en España, colocando a la empresa un escalón por encima a la competencia directa.

Otro aspecto diferenciador es que la empresa cuenta con la materia prima requerida para el proceso de antemano. Como ya se ha comentado, parte del estiércol procedente de la explotación ganadera se introduciría en el proyecto, significando gran parte de la materia prima. El resto de la materia prima necesaria se obtiene de los lodos de depuradoras que Apaycachana recibe de otras empresas, que además deben realizar un pago por deshacerse de sus residuos. Esta situación proporciona una ventaja competitiva en costes de producción para la empresa.

En el caso de los lodos, en la actualidad ya se dispone de una cadena de distribución estable y de los trámites requeridos (Autorización Ambiental Integrada) para la gestión y el tratamiento de los residuos, de lo que se encarga la marca Gercyl. Es, por tanto, otra ventaja competitiva a destacar al tratarse de una energía limpia.

4.4. MARKETING MIX

El marketing y la publicidad de los productos y servicios es una parte esencial de su venta. Para ello hay que diferenciar la publicidad de los tres productos comentados mediante la estrategia de "Marketing Mix", en el que hay que diferenciar cuatro áreas o elementos fundamentales:

4.4.1. Cartera de productos

Como consecuencia del nuevo proceso productivo, no solamente se obtiene el biometano, sino que también es necesaria la reutilización o revalorización de los residuos que este proceso genera. Por tanto, los productos obtenidos a raíz de esta nueva unidad de negocio son:

- Biometano: se trata de un producto diferenciador con respecto a otras plantas de biogás ya existentes en el territorio nacional, ya que solamente una planta valoriza ese biogás y lo convierte en biometano.
- Regenerador de suelos: debido a la inclusión de los lodos en los digestores, la mayor proporción del residuo resultante es en forma líquida y es conveniente su uso bien como fertilizante, o bien como regenerador de suelos en tierras de cultivo extensivo. Por tanto, se vendería un servicio al sector agrario proporcionando tanto el transporte como la aplicación del producto con medios propios.
- Abono: la parte sólida del digestato se optimizará mediante a su inclusión en la planta de compostaje existente. Al no tratarse de un residuo orgánico, se introducirá en la marca Abono Terra.

Los productos anteriores son los encargados de cerrar el ciclo de la empresa, además de generar ingresos de manera independiente.

4.4.2. Política de precios

Los precios que la empresa fije para los distintos productos mencionados son de gran importancia tanto para los consumidores como para los vendedores. Se trata de encontrar la relación adecuada entre lo que el cliente está dispuesto a pagar por los productos o servicios ofertados y el límite en el cual la empresa obtiene rentabilidad.

- Biometano: según un acuerdo previo del que dispone la empresa con uno de los principales operadores energéticos de los mercados gasistas, el precio oscilará entre 40-50 €/MWh. En la actualidad es más rentable la venta íntegra de la producción de biometano y la compra de gas natural como combustible de los motores de cogeneración.
- Regenerador de suelos: la comercialización de este producto es complicada y su precio de venta no es elevado, por lo que se ofrecería a los agricultores el digestato líquido sin ingresar dinero por él, al menos el primer año. A partir del segundo año se estima un precio de 0,003 €/litro, consiguiendo así deshacerse del residuo predominante que la planta genera y a su vez cubrir parte de los gastos que implica su transporte e inyectado.
- Abono: en el caso del abono, los precios varían en función de las necesidades del consumidor.

Tabla 5. Precios netos para distribución en euros por unidad de venta.

ABONO TERRA	Granel (Grueso)	BIG-BAG (1000)	BIG-BAG (700)	BIG-BAG (500)	Sacos (50 L.)	Sacos (20 L.)	Sacos (10 L.)
Precio medio €/kg	0,037 €	0,052 €	0,056 €	0,054 €	0,155 €	0,205 €	0,230 €

Fuente: Apaychana-6 S.L.

Como se observa en la *Tabla 5*, la producción puede ser vendida a granel (distinguiendo entre grueso y fino), en sacas BIG-BAG (cuyos pesos son de 1000, 700 y 500 kg), o bien en los sacos convencionales de una manera más comercial de cara al público (sacos de 50, 20 y 10 litros).

4.4.3. Promoción

En el caso del biometano no se requiere una campaña de marketing para la venta del producto, ya que éste se introduce directamente a la red de distribución y es ofertado como Green Gas en los mercados a precios fijos o variables según acuerdos establecidos, que debido a la poca oferta de este gas se asegura la demanda.

En cuanto al digestato sólido que formaría parte de la marca Abono Terra, se estudian múltiples opciones en función del formato final en que se venda el compost:

- Visitas presenciales a la empresa: se ofrece una visita guiada por las instalaciones de la empresa con el fin de conocer la manera de trabajar y acercar al consumidor a los productos.
- Cuenta de Facebook: se encuentra operativa una cuenta empresarial en esta plataforma, en la que se suben posts periódicamente. Además, cabe la posibilidad de emplear los "Facebook Ads", una herramienta muy útil para promocionar los productos y ampliar la cuota de mercado actual. El precio de este tipo de publicidad se determina en continuas subastas, como si de la bolsa se tratara. En función de lo que se quiera destinar a este tipo de publicidad aparecerán más o menos anuncios de la marca.

Estudio de la viabilidad económica de la implantación de una planta de biogás en una empresa agroganadera

- Anuncio en el Diario de León: con un coste de 250 €/mes se coloca un pequeño anuncio que capte la atención del lector. Se trata de un periódico que capta una media de 108.000 lectores diarios, significando el 79% de los lectores asiduos de la provincia, (Diario de León, 2019).
- Calendarios publicitarios: cada año la empresa encarga a una papelería efectuar 1.000 calendarios en los que se promocionan todas las unidades de negocio que forman la empresa, cargándolos de imágenes de cada una de ellas. Por tanto, el coste de 3.000€ que supone esta publicidad puede dividirse en 3, siendo 1.000€ la publicidad en formato de calendarios. Estos se regalan a clientes y conocidos, provocando curiosidad a los desconocedores de la empresa.
- Publicidad estática y esparcidores para los agricultores con la marca como distribuidor oficial.

Ilustración 4. Cartel Publicitario.



Fuente: Apaycachana-6 S.L.

Ilustración 5. Esparcidor de compost.



Fuente: Apaycachana-6 S.L.

Un ejemplo de marketing es la publicidad exterior ya empleada por la empresa. Se utiliza en forma de carteles o vallas publicitarias de la marca Abono Vivo la publicidad estática, como se observa en la *Ilustración 4*. Otro ejemplo de publicidad exterior es la implantada en los esparcidores de compost que la empresa cede a sus clientes (*Ilustración 5*).

Las actividades de promoción mencionadas anteriormente ya las lleva a cabo la empresa cada año, y el coste asociado a esta nueva unidad de negocio se calculará de manera proporcional al compost que resulta de la planta de biogás en el *apartado 5.2*.

Por último, en el caso del regenerador de suelos no se prevé promoción alguna por parte de la empresa, será únicamente labor de los comerciales.

4.4.4. Distribución

En este apartado se comentarán las distintas estrategias de distribución de los productos mencionados.

En el caso de la distribución del biometano el proceso es sencillo. En primer lugar, el biometano generado es introducido directamente a la red, a la par que este se vende a un intermediario, que es el encargado de revenderlo al consumidor final. Es decir, se inyecta directamente en la red de distribución de forma física y en los mercados gasistas de forma virtual.

Para diseñar la estrategia de distribución del compost hay que tener en cuenta el formato del compost que elija el consumidor. Para la venta a granel, tanto del compost grueso como fino, el medio de transporte son camiones que la empresa subcontrata a una empresa especializada en transporte de mercancías. Éstos recogen la mercancía directamente de la planta de compostaje y la transportan por el territorio nacional al agricultor en cuestión. Este proceso se repite en el caso de las sacas BIG-BAG de 1.000, 700 y 500 kg. En cambio, los sacos de venta unitaria de 50, 20 o 10 litros, se distribuyen a través de la contratación de empresas de transporte tales como Seur, Nacex, Correos... ya que hoy en día los servicios que éstas ofrecen son tan eficaces que cualquier cliente del territorio nacional puede disponer de su producto en menos de 1 día. Además, mediante acuerdos por volumen de ventas con estas empresas se obtiene que el coste unitario adicional no sea demasiado elevado.

Ilustración 6. Sacos de compost Abono Vivo



Fuente: Apaycachana-6 S.L.

En el caso del regenerador de suelos, de la distribución de lo que es este residuo para la empresa, se encargan los comerciales mediante la venta directa, en este caso a los agricultores. Éstos ofrecerán el producto a los agricultores ubicados como máximo a 200 kilómetros de la empresa debido a los elevados gastos de transporte que esto supone. Como se ha comentado anteriormente, el regenerador de suelos será ofrecido inicialmente de manera gratuita por la parte del producto en sí mismo. Una vez la empresa gane cuota de mercado en este sector, el producto será ofrecido como un servicio, adquiriendo la empresa unas cubas y tractores adaptados para el transporte e inyectado del producto en los campos de cultivo extensivo.

4.5. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

En referencia a la demanda esperada para la generación de biometano, puede considerarse la venta total del producto al mercado. Para el cálculo del biometano generado anualmente se parte de un estudio realizado por la empresa Biovic Consulting,

a la que se la indicó que se introduzca en los digestores una cantidad de 45.000 toneladas de estiércol vacuno y 40.000 toneladas de lodos de depuradoras, que es a lo que ambiciona a la empresa. Una vez realizado el Upgrading de biometano, se obtiene una potencia de generación de 428 Nm³/h y, por tanto, 39,51 GWh de producción anual, con una eficiencia en el proceso del 99.50%. Hay que destacar que la producción debe ser estable a lo largo de los años, ya que la planta se configura en función de una mezcla homogénea. Por tanto, todos los años se generará la misma cantidad de biometano. Como consecuencia del proceso se obtiene el digestato en forma sólida (compost) y en forma líquida (regenerador de suelos).

Para estimar la demanda real del compost generado, se partirá de los datos históricos de venta de la empresa. En el año 2019 los porcentajes de venta son los siguientes:

Tabla 6. Porcentajes demanda compost Abono Terra 2019.

ABONO TERRA	Granel	BIG-BAG (1000)	BIG-BAG (700)	BIG-BAG (500)	Sacos (50 L.)	Sacos (20 L.)	Sacos (10 L.)
%Venta	88,32%	3,90%	0,89%	1,92%	4,51%	0,31%	0,18%
KG vendidos	3.755.6 67	165.628	37.633	81.432	191.567	12.969	7.441

Fuente: Apaycachana-6 S.L.

Como se puede observar en la *Tabla 6* es mayoritaria la venta a granel, es decir, la venta de toneladas de compost en camiones con menor procesado que en el caso de los sacos.

Además, según el estudio mencionado, se conoce que la cantidad de digestato sólido que generará la planta es de 19.884 toneladas/año. Esta cantidad se incorporaría a la planta de compostaje para que comience su proceso de descomposición. En este proceso, se pierden dos tercios por cada tonelada introducida de digestato, es decir, la proporción de input-output es de 1/3. Por consiguiente, de la parte del digestato sólido se comercializarían aproximadamente 6.628 toneladas de compost bajo la marca de Abono Terra.

Para concluir con el regenerador de suelos, el estudio indica que la planta de biogás deshecha una cantidad de 56.369 toneladas/año. Esa cantidad de digestato líquido en forma de regenerador de suelos se inyecta en los campos de cultivo extensivo con una estimación de 42.000 litros/hectárea, por lo que se podrían abastecer aproximadamente 1.342 hectáreas de cultivo de agricultores de la zona.

4.6. ANÁLISIS DAFO

Para finalizar la viabilidad comercial se realizará a continuación un análisis DAFO, que recoge lo mencionado en los apartados anteriores. Se trata de un análisis que permite diseñar la estrategia competitiva de la empresa mediante un análisis interno y externo de la misma. Por tanto, aporta una visión global de la compañía que facilita el trabajo para las decisiones estratégicas de corto, medio y largo plazo.

Tabla 7. Análisis DAFO.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Potencia la economía circular. • Disponibilidad de materia prima. • Personal cualificado. • Experiencia en los mercados. • Red de distribución establecida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Red nacional poco rentable. • Poca presencia en redes sociales. • Varias unidades de negocio.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Competencia europea. • Precios variables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser pioneros en el ámbito nacional. • Aprovechar los residuos de otras unidades. • Biometano energía renovable.

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la planta de biogás el proyecto puede considerarse como una estrategia de reorientación, donde se contrarrestan las debilidades de la empresa explotando las oportunidades que estas ofrecen. El ejemplo más claro es la reutilización de los residuos que se introducen en los digestores de la planta, compuestos por estiércol y lodos. Además del aprovechamiento del digestato sólido y líquido, que la planta genera, en la elaboración de compost y el regenerador de suelos.

5. VIABILIDAD ECONÓMICA

En este apartado se procederá a analizar los gastos e ingresos asociados a la realización del proyecto, considerando la situación actual de la empresa, así como la situación del mercado en un plazo de 5 años desde la instalación de la planta.

5.1. INGRESOS

Para hacer una valoración de los ingresos esperados se tendrá en cuenta la estimación de la demanda y de los precios fijados con anterioridad.

Tabla 8. Ingresos anuales.

Concepto	Cantidad	Precio (€)	Ingresos (€)
Lodos (toneladas)	40.000	10,00 €	400.000,00 €
Biometano (GWh)	39,50	45.000,00 €	1.777.500,00 €
Compost (kg)	6.628.000	0,0442 €	293.249,23 €
Regenerador de suelos (litros)	56.369.000,00	0,003 €	169.107 €
			2.470.749,23 €

Fuente: elaboración propia extraída de datos proporcionados por Apaycachana-6 S.L.

Para estimar el precio por la entrada de lodos a la empresa se ha estipulado un precio de entre 10 y 15 €/tonelada, fijándose en este caso el precio mínimo para captar la mayor cantidad posible de lodos y asegurarse así gran parte de la materia prima del proyecto. El precio del biometano dependerá del mercado y del acuerdo con el intermediario que se establezca, siendo éste como mínimo 45 €/GWh. Para el caso del composte se ha realizado una media ponderada con los precios medios por €/kg y los porcentajes de demanda actual de la empresa. El regenerador de suelos es el producto que más dificultades presenta a la hora de su venta, tanto es así que el primer año se asumirán todos los costes sin ingresar absolutamente nada por ofrecer sus servicios. Con ello se consigue ganar cuota de mercado y crear a los agricultores una necesidad que tal vez anteriormente no contemplaban al desconocer las propiedades del producto.

Tabla 9. Tabla de ingresos previstos.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Lodos	400.000 €	400.000 €	400.000 €	400.000 €	400.000 €
Biometano	1.777.500 €	1.777.500 €	1.777.500 €	1.777.500 €	1.777.500 €
Compost	293.249 €	293.249 €	293.249 €	293.249 €	293.249 €
Regenerador de suelos	- €	169.107 €	169.107 €	169.107 €	169.107 €
INGRESOS TOTALES	2.470.749 €	2.639.856 €	2.639.856 €	2.639.856 €	2.639.856 €

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, los ingresos totales fijos por el proyecto en conjunto serían de 2.639.856 € exceptuando el primer año que no se cuenta con los ingresos por el regenerador de suelos. Se establecen unos ingresos fijos ya que, como se comentó en el apartado de estimación de la demanda, la planta debe recepcionar una mezcla fija y homogénea que introducir en los digestores, obteniendo las mismas cantidades de producto y digestato cada año. Lo único que podría variar son los precios de todos los productos ofrecidos debido a la volatilidad de los precios en los mercados y la inestabilidad que éstos sufren en la actualidad. Sin embargo, se ha calculado con una previsión pesimista sobre los precios que los mercados ofrecen y se prevé un impulso importante por parte de las instituciones en este tipo de proyectos de plantas de biogás y biometano al seguir las directivas europeas para la creación de “energías verdes”.

5.2. GASTOS

Como todo proyecto deben considerarse los gastos que hacen posible la obtención del producto o de los productos finales. Para ello se ha considerado por un lado la inversión a realizar en el apartado de presupuesto de capital y, por otro lado los gastos asociados a la venta y comercialización y los referentes a la producción.

En primer lugar, se realiza una estimación de los gastos que debe asumir la empresa según la actividad prevista en las distintas unidades de negocio. Los ingenieros son los encargados del control de datos, facturación y labores administrativas, el encargado de mantenimiento que dirige las actividades y los operarios que las materializan forman el equipo de la planta, a los que se les ha estimado el sueldo proporcional mediante un prorrateo de las horas que trabajan referidas a cada unidad de negocio. Para el salario de los operarios de transporte y de los comerciales exclusivos para la venta del regenerador de suelos se asume el sueldo íntegro como un gasto adicional.

Tabla 10. Gastos de personal.

Puesto	Sueldos y salarios (anual)			
	Cantidad	Coste por trabajador	Coste empresa	Coste Planta
Ingeniero	2	40.000 €	80.000 €	26.667 €
Encargado operación y mantenimiento	1	50.000 €	50.000 €	25.000 €
Operario mantenimiento	3	19.000 €	57.000 €	28.500 €
Operario transporte e inyectado	6	19.000 €	114.000 €	114.000 €

Comercial regenerador de suelos	2	30.000 €	60.000 €	60.000 €
				254.167 €

Fuente: elaboración propia extraída de datos proporcionados por Apaycachana-6 S.L.

En segundo lugar, deben calcularse las cuotas de amortización referidas a los nuevos activos de la empresa. En este caso, se distingue entre la amortización de la planta en sí y de la maquinaria necesaria para ofrecer como un servicio el regenerador de suelos, ya que los agricultores no disponen de esta maquinaria específica.

Tabla 11. Amortización planta biogás.

Cuota de amortización planta	
Precio adquisición	4.187.044 €
Vida útil (años)	20
Amortización total	209.352,2

Fuente: elaboración propia extraída de datos proporcionados por Biovic Consulting.

Tabla 12. Amortización maquinaria del regenerador de suelos.

Cuota de amortización maquinaria	Tractores	Cabezas tractoras	Cuba	Inyector
Precio adquisición	180.000 €	140.000 €	183.360 €	58.084 €
Vida útil (años)	5	5	10	10
Amortización	36.000 €	28.000 €	18.336 €	5.808 €
Amortización total	88.144 €			

Fuente: elaboración propia.

Para realizar una previsión de todos los gastos asociados a la planta se ha estudiado el proceso desde el inicio hasta el fin. Analizando el histórico de gastos de la empresa en actividades similares y teniendo en cuenta el personal requerido y la operativa de la planta.

Tabla 13. Tabla de gastos previstos.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Consumo eléctrico	206.250 €	206.250 €	206.250 €	206.250 €	206.250 €
Gasto de personal	254.167 €	254.167 €	254.167 €	254.167 €	254.167 €
Seguros	50.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €	50.000 €
Cuota de amortización planta	209.352 €	209.352 €	209.352 €	209.352 €	209.352 €
Cuota de amortización maquinaria	88.144 €	88.144 €	88.144 €	88.144 €	88.144 €
Publicidad	1.750 €	1.750 €	1.750 €	1.750 €	1.750 €
Mantenimiento mecánico y reparaciones	200.000 €	200.000 €	200.000 €	200.000 €	200.000 €
Servicios de analítica	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €

Estudio de la viabilidad económica de la implantación de una planta de biogás en una empresa agroganadera

Gasto de comercialización	28.800 €	28.800 €	28.800 €	28.800 €	28.800 €
Transportes	215.000 €	215.000 €	215.000 €	215.000 €	215.000 €
Vehículos comerciales en Renting	8.400 €	8.400 €	8.400 €	8.400 €	8.400 €
Cursos formativos de personal	4.500 €	- €	- €	- €	- €
Gastos indirectos organización	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €	6.000 €
GASTOS TOTALES	1.302.363 €	1.297.863 €	1.297.863 €	1.297.863 €	1.297.863 €

Fuente: elaboración propia extraída de datos proporcionados por Apaycachana-6 S.I.

5.3. CUENTA DE RESULTADOS

Una vez se tiene una estimación de los ingresos y gastos esperados se procede a elaborar una tabla de cuenta de resultados o de pérdidas y ganancias. Aquí se tiene en cuenta además el impuesto sobre sociedades de la empresa, que al tener sede en Vizcaya es de un 25%. Además, se considera la carga financiera obtenida en el apartado de la *viabilidad financiera*.

Tabla 14. Cuenta de resultados.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	2.470.749 €	2.639.856 €	2.639.856 €	2.639.856 €	2.639.856 €
Gastos	-1.302.363 €	-1.297.863 €	-1.297.863 €	-1.297.863 €	-1.297.863 €
Rdo. Explotación	1.168.386 €	1.341.993 €	1.341.993 €	1.341.993 €	1.341.993 €
Gastos financieros	- 90.107 €	-568.870 €	-568.870 €	-568.870 €	-568.870 €
Rdo. Financiero	- 90.107 €	-568.870 €	-568.870 €	-568.870 €	-568.870 €
R.A.I.	1.078.279 €	773.123 €	773.123 €	773.123 €	773.123 €
Imp. de sociedades	-269.570 €	-193.281 €	-193.281 €	-193.281 €	-193.281 €
Rdo. del ejercicio	808.709 €	579.842 €	579.842 €	579.842 €	579.842 €

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el resultado del ejercicio o beneficio neto del proyecto varía a lo largo de los años debido a las amortizaciones y a los gastos financieros. Estos gastos están compuestos por intereses y cuotas de amortización a la entidad de crédito, que en la modalidad leasing es considerado como gasto a efectos fiscales al tratarse de un arrendamiento.

5.4. FLUJOS DE CAJA

Para concluir con el apartado de la viabilidad económica del proyecto se realiza una tabla que refleja las salidas y entradas netas de dinero en la empresa, los flujos de caja. Se trata de una medida de la liquidez empresarial que no ha de tener en cuentas la amortización de los activos ya que es un gasto que se devenga contablemente. Para ello, se utilizan los resultados obtenidos en los apartados anteriores.

Tabla 15. Flujos de caja del proyecto.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Rdo. De explotación (EBIT)	1.168.386 €	1.341.993 €	1.341.993 €	1.341.993 €	1.341.993 €
Cuotas de amortización	297.497 €	297.497 €	297.497 €	297.497 €	297.497 €
Impuestos Rdo. Explotación	-292.096 €	-335.498 €	-335.498 €	-335.498 €	-335.498 €
Flujos de caja libres	1.173.786 €	1.303.991 €	1.303.991 €	1.303.991 €	1.303.991 €

Fuente: elaboración propia.

Los flujos de caja libres no tienen en cuenta la modalidad de financiación elegida para el proyecto, es decir, no consideran los intereses del arrendamiento financiero y se realiza en con los impuestos hipotéticos de financiación propia.

6. VIABILIDAD FINANCIERA

6.1. ARRENDAMIENTO FINANCIERO (LEASING)

En este apartado se explica la modalidad de financiación elegida para realizar el proyecto de la planta de biogás, un Leasing o arrendamiento financiero. Se trata de un contrato de alquiler con una entidad bancaria y, en este caso, con una opción de compra por el valor residual de la inversión al finalizar la operación.

Para ello, se ha tenido en cuenta una reciente inversión de Apaycachana-6 S.I. en la que se formaliza una operación de Leasing modalidad ICO (Instituto de Crédito Oficial) con las siguientes condiciones: importe de la operación de 4.750.000 €, tipo de interés nominal fijo de 1,9%, comisiones de apertura y de estudio 0%, I.V.A del 21%, T.A.E de 1,9197% y un plazo de 10 años con un año de carencia. Al acogerse a la modalidad ICO, el plazo de carencia de 12 meses es obligatorio.

Así es que, se constituye el depósito y se pagan las cuotas en un total de 108 periodos mensuales además de aportar la carga financiera por el importe del capital pendiente de pago en los 10 años de contrato. Por tanto, a medida que el capital pendiente disminuye, la carga financiera también lo hace.

Tabla 16. Arrendamiento financiero.

Año	Nº Cuotas	Recuperación coste del bien	Capital pendiente	Carga financiera	Cuota neta	IVA	Cuota total
N	0	0	4.750.000	90.107	90.107	18.923	109.030
N+1	12	483.719	4.266.281	85.151	568.870	119.463	688.333
N+2	24	492.990	3.773.291	75.880	568.870	119.463	688.333
N+3	36	502.439	3.270.852	66.431	568.870	119.463	688.333
N+4	48	512.069	2.758.783	56.802	568.870	119.463	688.333
N+5	60	521.883	2.236.900	46.987	568.870	119.463	688.333
N+6	72	531.886	1.705.014	36.984	568.870	119.463	688.333
N+7	84	542.080	1.162.934	26.790	568.870	119.463	688.333
N+8	96	552.470	610.464	16.400	568.870	119.463	688.333
N+9	108	563.059	47.406	5.812	568.870	119.463	688.333

Estudio de la viabilidad económica de la implantación de una planta de biogás en una empresa agroganadera

V.R:	47.406	0	0	47.406	9.955	57.361
Totales	4.750.000	0	507.345	5.257.345	1.104.043	6.361.388

Fuente: elaboración propia.

6.2. PRESUPUESTO DE TESORERÍA

Una vez se ha estudiado la opción más conveniente para financiar el proyecto, se deben trasladar la recuperación del coste del bien o amortización del arrendamiento financiero. Con este plan de tesorería se verifica la liquidez de la empresa en lo que al proyecto se refiere a lo largo de los años.

Tabla 17. Presupuesto de tesorería.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Rdo. Del ejercicio (BN)	808.709 €	579.842 €	579.842 €	579.842 €	579.842 €
Cuotas de amortización	297.497 €	297.497 €	297.497 €	297.497 €	297.497 €
Saldo del ejercicio	1.106.206 €	877.339 €	877.339 €	877.339 €	877.339 €

Fuente: elaboración propia.

En este caso se utiliza el flujo de caja del capital, que parte del beneficio neto del proyecto calculado en la *cuenta de resultados* y de la suma de las cuotas de amortización de los activos al considerarse gasto fiscalmente deducible.

7. VALORACIÓN DEL PROYECTO

Para el estudio de la viabilidad del proyecto es necesario hacer un análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) a lo largo de los 20 años de vida útil estimada de la planta.

7.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para el cálculo del VAN se ha considerado el tipo de interés fijo ofrecido por la entidad bancaria de 1,9%, una inversión inicial de 4.750.000 €, los flujos de caja estimados para el proyecto en un plazo de 20 años.

$$VAN = -I + \frac{F1}{(1+k)} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F10}{(1+k)^{20}}$$

F: flujo de caja

I: inversión inicial

k: coste de capital

Tabla 18. VAN estimado.

Coste de capital	Inversión inicial	F1	F2-F5	F6-10	F11-F20
1,43%	-4.750.000 €	1.173.786 €	1.303.991 €	1.287.991 €	1.281.955 €

VAN	17.427.217,56 €
------------	------------------------

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo del VAN, se ha utilizado el coste de capital (*k*) de 1,43% en lugar del tipo de interés (*i*) ofrecido por entidad bancaria. Esto se debe a que hay que tener en

cuenta la deducibilidad fiscal de los intereses al financiarse con deuda. Según los datos considerados a lo largo del proyecto, éste es viable al tener un VAN positivo de 17.427.217,56 €.

7.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La TIR es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR mayor será la rentabilidad. Se obtiene igualando el VAN resultante a cero:

$$TIR = VAN = 0 = -I + \frac{F1}{(1+k)} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F10}{(1+k)^{20}}$$

En este caso, la TIR resultante es de un 26,52%, lo que indica que el proyecto de inversión es viable.

8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En este punto se analizan distintos escenarios en los que podría encontrarse el proyecto a corto, medio o largo plazo. Se escoge la variable del precio del biometano debido a la volatilidad de su precio en el mercado gasista y a la importancia que tiene en el estudio de la viabilidad del proyecto.

8.1. UMBRAL DE RENTABILIDAD

El umbral de rentabilidad o punto muerto se define como el volumen de ventas necesario para cubrir los gastos y a partir del cual la empresa comienza a obtener beneficios. En este caso, se ha fijado el precio de biometano como variable para calcular el precio mínimo que hace el VAN del proyecto cero.

Tabla 19. Umbral de rentabilidad.

Precio Biometano	10.989,13 €/GWh
Cantidad	39,5 GWh
	434.070,47 €

Coste de capital	Inversión inicial	F1	F2-F5	F6-10	F11-F20
1,43%	-4.750.000 €	166.214 €	296.419 €	280.419 €	274.383 €

TIR	1,43%
VAN	- €

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, el precio mínimo al que se podría vender el biometano sin incurrir en pérdidas es de 10.989,13 €/GWh o 10,98 €/MWh. Esto ofrece unos flujos muy inferiores a la estimación anterior y, como ya se ha mencionado, hacen un VAN igual a cero.

8.2. ESCENARIO PESIMISTA

Para plantear un escenario pesimista o negativo a los intereses de la empresa, se ha estipulado un precio al biometano muy inferior a los precios entre los que oscila en la actualidad. Se ha equiparado el precio al del gas natural, siendo éste de 14 €/MWh en lugar de los 45 €/MWh estimados.

Tabla 20. Escenario pesimista.

Coste de capital	Inversión inicial	F1	F2-F5	F6-10	F11-F20
1,43%	-4.750.000 €	255.411 €	385.616 €	369.616 €	363.580 €

TIR	4,43%
VAN	1.542.775,83 €

Fuente: elaboración propia.

En este hipotético caso, el proyecto obtendría una rentabilidad mínima y la empresa no continuaría con la explotación debido a los elevados gastos y riesgos que la planta supone.

8.3. ESCENARIO ALCISTA

En el caso de un escenario alcista o positivo, se toma el precio máximo de venta conocido por Apaycachana, siendo en este caso de 50 €/MWh.

Tabla 21. Escenario alcista.

Coste de capital	Inversión inicial	F1	F2-F5	F6-10	F11-F20
1,43%	-4.750.000 €	1.321.911 €	1.452.116 €	1.436.116 €	1.430.080 €

TIR	29,68 %
VAN	19.989.223,13 €

Fuente: elaboración propia.

Este escenario es más realista que el caso anterior, ya que el escenario pesimista presupone la igualdad de precio a un producto con una pureza mucho inferior como es el gas natural. Por el contrario, el precio del escenario alcista es un precio histórico de venta del biometano, siendo más probable alcanzar este precio en un contrato a largo plazo.

9. CONCLUSIONES

La economía circular ofrece multitud de alternativas en la gran mayoría de sectores económicos de la actualidad. Además de colaborar con la sostenibilidad del medioambiente, es un modelo beneficioso económicamente para sus practicantes.

Una de las mayores dificultades que presenta cualquier proyecto es el tratamiento o recolocación de sus residuos. La economía circular se basa en la reutilización de esos residuos o deshechos en otras unidades productivas con el fin de que no merme las ganancias obtenidas, sino que pueda beneficiarse también de ello. Este ha sido el punto que mayor problemática ha causado en el estudio, ya que la planta se aprovecha de residuos y a su vez genera gran cantidad de digestato en estado sólido y líquido. Por tanto, se debe comercializar tanto el producto resultante, como su digestato mediante otros tratamientos.

Como resultado de la planta en la que se evalúa invertir, se obtiene el biometano, producto innovador y con grandes propiedades que ayuda al ecosistema al extraer las concentraciones de metano que se concentran en el estiércol y los lodos que pasan a ser introducidos en los digestores de la planta. Al extraer únicamente producto en estado gaseoso, los residuos son similares a la cantidad de materia prima introducida, por lo que deben ser aprovechados en otros procesos. En la actualidad, Apaycachana ya cuenta con una red distribución de lodos y con una planta de compostaje para el tratamiento del compost. Sin embargo, el digestato líquido es el residuo mayoritario de la planta y el que más dificultad presenta para su comercialización. Éste puede venderse como regenerador de suelos a precios mínimos que no cubren los costes de su transporte e inyectado o, como abono líquido, que requiere de un tratamiento y se trata de otra inversión importante que la empresa no desestima acometer en un futuro.

Además, el proyecto presenta múltiples ventajas para la empresa. En primer lugar, puede aprovecharse de los outputs y subproductos generados en la actividad actual. En segundo lugar, mejora la reputación e imagen de la empresa al contar con una nueva e importante unidad de negocio. Por último, se trata de una actividad en auge y cuenta con apoyo institucional y social.

El estudio realizado muestra que el proyecto es viable y las estimaciones realizadas muestran que la inversión es rentable en diferentes escenarios. El principal riesgo de la inversión es la volatilidad del precio y que el biometano alcance a lo largo del proyecto un precio inferior al del umbral de rentabilidad. Cualquier precio inferior supondría un VAN negativo y, por tanto, no se realizaría la inversión. En el escenario pesimista contemplado, el precio del biometano se iguala al precio del gas natural que se adquiere para hacer funcionar la planta de cogeneración. Esto es así debido a que en el caso de que el precio del biometano sea inferior al del gas natural, la empresa dejaría de comprar gas natural para alimentar la planta de cogeneración, y utilizaría el biometano como input para producir energía eléctrica.

En términos generales, se trata de una inversión muy significativa para la empresa, que implica un riesgo asociado a la volatilidad de los precios. Lo que provoca que en España tan solo se encuentre una planta de biogás que realice el Upgrading de biogás a biometano.

10. BIBLIOGRAFÍA

BIOVIC CONSULTING. 2019. Servicios. [Consulta 17-06-2020]. Disponible en: <https://biovic-consulting.es/servicios/>

CONSUMO RESPONDE. Suministros básicos, Electricidad, Las energías renovables: características y tipos. [Consulta 05-05-2020]. Disponible en: https://www.consumoresponde.es/art%C3%ADculos/las_energias_renovables_caracteristicas_y_tipos

DIARIO DE LEÓN. 2019. Artículo. Contraportada. Diario de León acapara el 79% de los lectores leoneses de prensa. [Consulta 04-08-2020]. Disponible en: <https://www.diariodeleon.es/articulo/contraportada/diario-leon-alcanza-79-lectores-leoneses-prensa-escrita/201904111346411885003.html>

EBA. 2019. Información, Sobre biogás y biometano. [Consulta 17-06-2020]. Disponible en: <https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/>

ENERGÍA Y SOCIEDAD. 2019. Manual de la energía, Gas, El mercado mayorista y los hubs de gas natural en España. Disponible en: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/5-1-los-hubs-de-gas-en-europa/>

IDAE. 2011. Tecnologías, Energías renovables, Uso térmico, Biogás. Disponible en: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biogas>

PETROLPLAZA. 2020. Home, News, Cartografía del estado de la situación del biometano en Europa. [Consulta 04-08-2020]. Disponible en: [https://www.petrolplaza.com/news/24465#:~:text=El%20estudio%20de%20la%20Asociaci%C3%B3n,y%20Francia%20\(1.207%20GWh\).](https://www.petrolplaza.com/news/24465#:~:text=El%20estudio%20de%20la%20Asociaci%C3%B3n,y%20Francia%20(1.207%20GWh).)

PICHEL, J. 2019. Por qué hay 18.000 plantas de biogás en Europa y apenas 50 en España. *El Confidencial*. Disponible en: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2019-04-20/plantas-biogas-alemania-espana-europa_1949382/

RICO, J. 2018. Mapa para localizar las 497 plantas de biometano de Europa y saber qué producen y con qué. *Energías Renovables*. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/biogas/mapa-para-localizar-las-497-plantas-de-20180214>

RICO, J. 2020. España aporta el 0,3 por ciento del biometano que se produce en Europa. *Energías Renovables*. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/biogas/espana-aporta-el-0-3-por-ciento-20200622>

RICO, J. 2020. Hacia el mercado común del biometano. *Energías Renovables*. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/biogas/hacia-el-mercado-comun-del-biometano-20200625>

UNIÓN EUROPEA. 2020. Comisión Europea, Energía, cambio climático, medio ambiente, Acción climática, Acción de la UE, La acción climática de la UE y el Acuerdo Verde Europeo. [Consulta 26-05-2020]. Disponible en: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_en