



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la mancomunidad de Alcoi y el comtat.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Química

AUTOR/A: García Pérez, Alejandro

Tutor/a: Lo Iacono Ferreira, Vanesa Gladys

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## **RESUMEN**

La ingeniería química se encarga del estudio, diseño, mantenimiento, evaluación, optimización, simulación, construcción y operación de elementos en la industria de procesos. Esta industria está relacionada con la producción de compuestos y productos que requieren sofisticadas transformaciones físicas y químicas de la materia.

Además del diseño de nuevos materiales y tecnologías, la ingeniería química juega un papel crucial en el campo ambiental, contribuyendo al desarrollo de procesos amigables con el medio ambiente y a la descontaminación.

Una estrategia clave para la economía circular es la sinergia entre empresas del sector industrial, conocida como simbiosis industrial. La simbiosis industrial es un fenómeno en el cual dos o más empresas se benefician mutuamente a partir del intercambio de residuos o subproductos para utilizarlos como insumos. Este trabajo estudia la simbiosis industrial en Alcoi, incluyendo el diseño y la implementación de una planta de biogás, y su impacto laboral.

Utilizando datos primarios y secundarios, se construye una reseña de casos de simbiosis industrial en diversas actividades económicas y áreas geográficas del país. La metodología de análisis combina revisión de empresas y datos de relaciones insumo-producto para estimar el impacto cuantitativo y cualitativo de una red de simbiosis industrial en la mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

La revisión bibliográfica documenta datos de investigaciones empíricas y teóricas, sumadas a cálculos realizados por el autor, para obtener una visión específica de la simbiosis industrial en una zona determinada. El diseño de una planta de biogás es un ejemplo de tecnología que puede transformar residuos orgánicos en energía útil.

Esta revisión tiene como finalidad ofrecer una perspectiva general sobre los beneficios de la simbiosis industrial, incluyendo la planta de biogás, para la economía circular y la sostenibilidad industrial. La implementación de estos conceptos puede llevar a una industria más eficiente, rentable y respetuosa con el medio ambiente.

**Palabras Clave:** Simbiosis industrial, Colaboración industrial simbiótica, Diseño de red de simbiosis, Implementación de simbiosis industrial, Análisis de mercado, Análisis de demanda y oferta, Generación de residuos, Estudio de competencia, Proyecciones de mercado, Análisis económico, Planta de biogás, Posibles emplazamientos, Test de localización, Diagrama de actividades del proceso, Diagrama de flujo, Análisis de alternativas, Dimensionado, Viabilidad económica, Subvenciones y simbiosis industrial, Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

## RESUM

La ingenyeria química s'encarrega de l'estudi, disseny, manteniment, avaluació, optimització, simulació, construcció i operació d'elements en la indústria de processos. Aquesta indústria està relacionada amb la producció de compostos i productes que requereixen sofisticades transformacions físiques i químiques de la matèria.

A més del disseny de nous materials i tecnologies, l'enginyeria química juga un paper crucial en el camp ambiental, contribuint al desenvolupament de processos respectuosos amb el medi ambient i a la descontaminació.

Una estratègia clau per a l'economia circular és la sinergia entre empreses del sector industrial, coneguda com simbiosi industrial. La simbiosi industrial és un fenomen en el qual dues o més empreses es beneficien mútuament a partir de l'intercanvi de residus o subproductes per utilitzar-los com a inputs. Aquest treball estudia la simbiosi industrial a Alcoi, incloent el disseny i la implementació d'una planta de biogàs, i el seu impacte laboral.

Utilitzant dades primàries i secundàries, es construeix una ressenya de casos de simbiosi industrial en diverses activitats econòmiques i àrees geogràfiques del país. La metodologia d'anàlisi combina revisió d'empreses i dades de relacions input-producte per estimar l'impacte quantitatiu i qualitatiu d'una xarxa de simbiosi industrial en la mancomunitat d'Alcoi i el Comtat.

La revisió bibliogràfica documenta dades d'investigacions empíriques i teòriques, sumades a càlculs realitzats per l'autor, per obtenir una visió específica de la simbiosi industrial en una zona determinada. El disseny d'una planta de biogàs és un exemple de tecnologia que pot transformar residus orgànics en energia útil.

Aquesta revisió té com a finalitat oferir una perspectiva general sobre els beneficis de la simbiosi industrial, incloent la planta de biogàs, per a l'economia circular i la sostenibilitat industrial. La implementació d'aquests conceptes pot portar a una indústria més eficient, rendible i respectuosa amb el medi ambient.

**Paraules clau:** Simbiosi industrial, Col·laboració industrial simbiòtica, Disseny de xarxa de simbiosi, Implementació de simbiosi industrial, Anàlisi de mercat, Anàlisi de demanda i oferta, Generació de residus, Estudi de competència, Projeccions de mercat, Anàlisi econòmic, Planta de biogàs, Possibles emplaçaments, Test de localització, Diagrama d'activitats del procés, Diagrama de flux, Anàlisi d'alternatives, Dimensionament, Viabilitat econòmica, Subvencions i simbiosi industrial, Mancomunitat d'Alcoi i el Comtat.

## **ABSTRACT**

Chemical engineering is responsible for the study, design, maintenance, evaluation, optimization, simulation, construction, and operation of elements in the process industry. This industry is related to the production of compounds and products that require sophisticated physical and chemical transformations of matter.

In addition to the design of new materials and technologies, chemical engineering plays a crucial role in the environmental field, contributing to the development of environmentally friendly processes and decontamination.

A key strategy for the circular economy is the synergy between companies in the industrial sector, known as industrial symbiosis. Industrial symbiosis is a phenomenon in which two or more companies mutually benefit from the exchange of waste or by-products to use them as inputs. This work studies industrial symbiosis in Alcoi, including the design and implementation of a biogas plant and its labor impact.

Using primary and secondary data, a review of cases of industrial symbiosis in various economic activities and geographic areas of the country is constructed. The analysis methodology combines company surveys and input-output relationship data to estimate the quantitative and qualitative impact of an industrial symbiosis network in the Alcoi and Comtat commonwealth.

The literature review documents data from empirical and theoretical research, along with calculations performed by the author, to obtain a specific view of industrial symbiosis in a given area. The design of a biogas plant is highlighted as an example of technology that can transform organic waste into useful energy, significantly contributing to sustainability.

This review aims to provide an overview of the benefits of industrial symbiosis, including the biogas plant, for the circular economy and industrial sustainability. The implementation of these concepts can lead to a more efficient, profitable, and environmentally friendly industry.

**Keywords:** Industrial symbiosis, Symbiotic industrial collaboration, Symbiosis network design, Industrial symbiosis implementation, Market analysis, Supply and demand analysis, Waste generation, Competitor analysis, Market projections, Economic analysis, Biogas plant, Possible sites, Location test, Process activity diagram, Flowchart, Alternatives analysis, Sizing, Economic feasibility, Subsidies and industrial symbiosis, Commonwealth of Alcoi and Comtat.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fin de grado no hubiera sido posible sin el apoyo y la ayuda de muchas personas a lo largo del camino. Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han contribuido de alguna manera a la realización de este proyecto.

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mis padres por su amor incondicional, su paciencia y su constante apoyo en cada etapa de mi vida. Gracias por creer en mí y por brindarme las oportunidades necesarias para alcanzar mis metas. Su ejemplo de perseverancia y dedicación ha sido una fuente constante de inspiración.

A mi hermano, quien siempre ha estado a mi lado, brindándome su apoyo y ánimo en los momentos más difíciles. Gracias por tu compañía, tus consejos y por ser un pilar fundamental en mi vida. Tu confianza en mí ha sido un gran impulso para seguir adelante.

A María, por su comprensión, paciencia y amor durante todo este proceso. Gracias por tu apoyo inquebrantable, por motivarme en los momentos de duda y por celebrar conmigo cada pequeño logro. Tu presencia ha hecho que este viaje sea mucho más llevadero y gratificante.

Finalmente, quiero agradecer a mis profesores y compañeros de la universidad por su orientación, sus enseñanzas y por los valiosos momentos compartidos. A todos, mi más profundo agradecimiento.

## **ÍNDICE DOCUMENTAL**

### **DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG**

- Memoria
- Presupuesto
- Planos

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Introducción .....	9
2. Objeto y objetivo del proyecto .....	11
2.1 Objetivo general.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. Definición de simbiosis industrial.....	14
3.1 Tipos de simbiosis industrial .....	14
4. Utilización del enfoque de simbiosis industrial.....	16
4.1 Ejemplos de simbiosis industrial en Dinamarca.....	16
4.2 Ejemplos de simbiosis industrial en Suecia.....	18
4.3 Ejemplos de simbiosis industrial en Reino Unido .....	19
4.4 Ventajas de la colaboración industrial simbiótica.....	20
4.5 Posibilidades de la simbiosis industrial en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.....	22
5. Metodología .....	25
5.1 Revisión de la literatura .....	26
5.2 Análisis de factibilidad técnica .....	28
6. Estudio de mercado. ....	33
6.1 Análisis de la oferta y la demanda .....	33
6.2 Análisis de la estacionalidad y variabilidad en la generación de residuos.....	36
6.3 Estudio de competencia.....	37
6.4 Proyecciones de mercado .....	37
6.5 Análisis económico.....	38
7. Dimensionado y diseño de la planta de biogás.....	39
7.1 Ecuaciones para el diseño de planta .....	39
7.2 Diseño.....	42
7.3 Dimensionado de la planta .....	43
7.3.1 Capacidad del digestor .....	43
7.3.2 Volumen del digestor .....	45
7.3.3 Dimensiones de los digestores.....	45
7.3.4 Dimensionamiento del terreno para los digestores .....	46
7.3.5 Área total necesaria .....	46
7.3.6 Resumen del dimensionamiento .....	47
7.4 Selección del digestor.....	48
8. Funcionamiento de la planta.....	53

9. Posibles Emplazamientos .....	55
9.1 Criterios de selección .....	55
9.2 Análisis de localizaciones potenciales .....	55
10. Test de Localización.....	57
10.1 Recomendación de localización .....	58
10.2 Matriz de decisión .....	60
10.3 Resultados del test de localización .....	60
10.4 Análisis comparativo .....	67
11. Diagrama de Actividades del Proceso .....	68
11.1 Identificación de actividades clave.....	68
11.2 Diagrama de actividades .....	68
12. Diagrama de Flujo. ....	71
13. Análisis de alternativas.....	73
14. Análisis viabilidad económica.....	76
14.1 Escenario con simbiosis industrial y con subvenciones .....	76
14.2 Resultados del análisis de viabilidad económica .....	78
14.3 Conclusiones para el análisis de viabilidad del proyecto de biogás con tres digestores	79
15. Análisis de ciclo de vida.....	80
15.1 Definición del objetivo y alcance .....	80
15.2 Análisis del inventario del ciclo de vida (LCI) .....	80
15.3 Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) .....	81
15.4 Interpretación del ciclo de Vida .....	81
16. Normativa.....	83
17. Conclusiones.....	85
18. Bibliografía .....	86

## ANEXOS

1. Necesidad del presupuesto .....	90
2. Contenido del presupuesto .....	90
2.1. Inversión Inicial .....	90
2.1.1. Coste del Digestor .....	90
2.1.2. Infraestructura .....	90
2.1.3. Equipos Adicionales.....	92
2.1.4. Ingeniería y Diseño.....	93
2.2. Costes Operativos Anuales.....	96
2.2.1. Materia Prima.....	96
2.2.2. Mano de Obra .....	96
2.2.3. Mantenimiento .....	96
2.2.4. Energía.....	96
2.2.5. Tratamiento de Residuos .....	97
3.Presupuestos .....	98
3.1 PEM y PEC con IVA. ....	98
3.2 Cuadro de precios N.º 1 .....	99
3.3 Cuadro de precios N.º 2 .....	105
3.4 Presupuesto en base medición .....	119
4.Planos .....	126
4.1 Plano de planta de producción de biogás .....	126
4.2 Plano del diseño del digestor .....	127

## 1. INTRODUCCIÓN

La simbiosis industrial es una estrategia empresarial, con visión sistémica, que fomenta formas innovadoras y sinérgicas de colaboración a largo plazo, entre dos o más entidades, tanto, para reducir costes de producción y explotación, como para mejorar la competitividad y crear oportunidades de negocio que generen beneficios económicos mutuos, mediante la optimización y la eficiencia de los recursos, en base a los principios de la economía circular.

La economía circular ofrece un gran potencial de creación de actividades y, por tanto, de puestos de trabajo nuevos, si bien se considera que el ritmo de avance es demasiado lento, no observándose progresos ni generalizados ni uniformes. En marzo de 2020 la Comisión Europea adoptó un nuevo Plan de Acción para la Economía Circular, que ayudará a modernizar la economía de la UE y generar y estimular nuevos 3 mercados pioneros de productos climáticamente neutros y circulares, tanto dentro como fuera de la UE, incluyendo medidas para animar a las empresas a que ofrezcan productos reutilizables, duraderos y reparables.

En dicho Plan se establece un apartado específico para la circularidad de los procesos de producción, en sinergia con los objetivos establecidos en la estrategia industrial, donde, entre otros aspectos, se facilitará: La simbiosis industrial mediante el desarrollo de un sistema de notificación y certificación promovido por la industria, y posibilitar su puesta en práctica.

Este sistema, se espera que pueda ponerse en marcha y pone de relieve la necesidad de fomentar la simbiosis industrial como forma de emprender nuevas e innovadoras relaciones entre industrias, de esta o distintas cadenas de valor, para compartir e intercambiar materiales, energía, agua e información para un uso más eficiente de los recursos.

Además, el Plan recoge la promoción del uso de tecnologías digitales de localización, rastreo y mapeo de los recursos, aspecto muy útil para poder identificar las potenciales simbiosis entre entidades. Y finalmente, se señala que la nueva Estrategia para las pymes fomentará la colaboración industrial circular entre pymes, dado que son las Pymes la base del tejido económico e industrial de la Unión Europea, además del emprendimiento.

La simbiosis industrial se presenta no sólo como una oportunidad de fomentar en la actual industria una forma de hacer más eficiente, circular y competitiva, sino también una forma de generar nuevas oportunidades de negocio, nuevas actividades derivadas de actores que generan esas relaciones simbióticas, que permitan articularlas o actores que generan de puente entre dichas relaciones o catalizadores de dichos procesos.

El modelo económico predominante en nuestra sociedad sigue una estructura lineal y unidireccional, donde se extraen recursos del medio ambiente, se transforman en productos que se consumen y finalmente se desechan. Este enfoque, conocido como "extraer-producir-usar-tirar", se basaba en la creencia de que los recursos eran abundantes, fácilmente accesibles y que la gestión de residuos era económica. Sin embargo, se ha evidenciado que este modelo no es sostenible a largo plazo debido al corto ciclo de vida de los productos, la limitada disponibilidad de recursos y la contaminación generada por la acumulación de residuos.

Para abordar esta problemática y reducir el impacto ambiental derivado del actual sistema económico, la Comisión Europea ha estado trabajando en la elaboración de planes y propuestas destinadas a transformar el modelo económico lineal en uno circular. La transición hacia una economía circular por parte de la Unión Europea se inició en 2014 con la presentación de la comunicación "Hacia una economía circular: un programa de cero residuos".

En el ámbito industrial, inicialmente se promovieron estrategias de economía circular, que se centraban en prácticas como el reciclaje y la reutilización de productos dentro de los propios sistemas de producción. Sin embargo, las nuevas estrategias de economía circular, surgidas a principios de los años 2000, buscan ampliar este enfoque, no solo a lo largo de una cadena de suministro de manera vertical, sino también de manera transversal. Esto implica que, para asegurar la sostenibilidad en el sector industrial, es crucial implementar la economía circular de manera transversal, mediante redes intersectoriales que abarquen múltiples cadenas de producción y suministro. Para lograrlo, y con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de los procesos industriales, es esencial adoptar enfoques como el de la simbiosis industrial, el cual ya está siendo implementado por algunos países europeos.

Con esta aproximación se pretende evaluar los beneficios económicos y medioambientales de forma simultánea, para alimentar una planta de biogás ya que estos últimos no suelen ser suficientes para incentivar el desarrollo de la simbiosis (dado la inversión inicial que suponen).

El objetivo de la red consiste en reducir al máximo su dependencia de energías fósiles y desarrollar una economía circular, que reutilice la materia orgánica de manera sostenible. Por tanto, se trata de demostrar que la región tiene un potencial biológico suficiente como para la obtención de materia prima de residuos orgánicos provenientes de la red para alimentar una planta de biogás.

## 2. OBJETO Y OBJETIVO DEL PROYECTO

### 2.1 Objetivo general

Los objetivos de la implementación de un modelo de simbiosis industrial para el aprovechamiento sostenible de residuos orgánicos en la alimentación de una planta de biogás son:

- Analizar el concepto de simbiosis industrial y su aplicabilidad en el contexto de la gestión de residuos orgánicos.
- Evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de implementar un modelo de simbiosis industrial para la alimentación de una planta de biogás.
- Identificar los factores clave y las sinergias potenciales en la cadena de valor de los residuos orgánicos para facilitar la implementación de la simbiosis industrial.
- Proponer recomendaciones y estrategias para la implementación exitosa de un modelo de simbiosis industrial en el contexto específico de la planta de biogás.



**Figura 1. Simbiosis industrial para materiales de construcción.**

**Fuente:** Andreina. (2021, 11 junio).

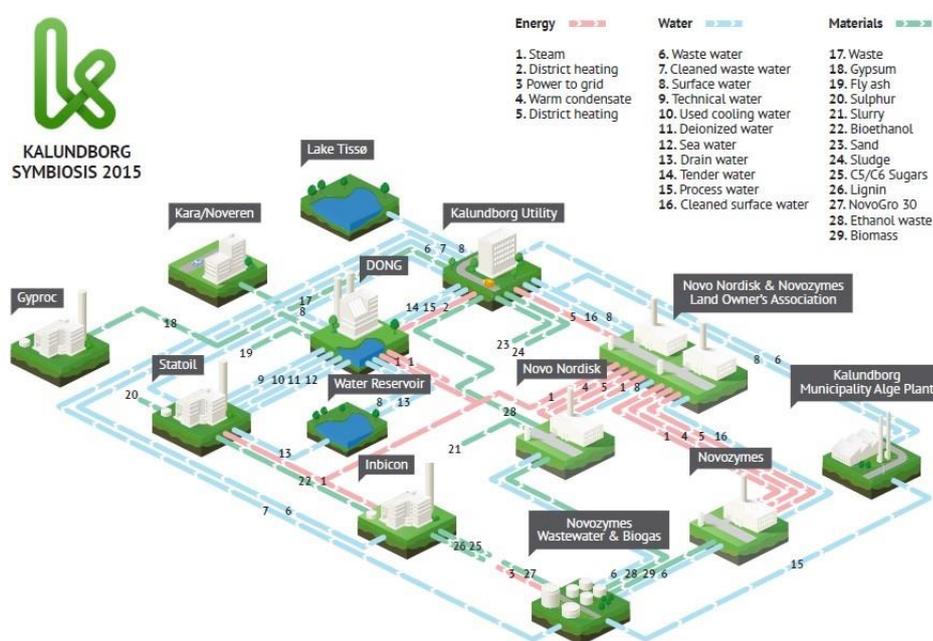
La simbiosis industrial aplicada al sector de materiales de construcción como se puede observar en la Figura 1 implica la colaboración entre diferentes empresas e industrias dentro de la cadena de suministro para optimizar el uso de recursos, reducir residuos y maximizar la eficiencia en la producción y el uso de materiales. En este contexto, las empresas pueden compartir recursos, como materias primas, energía, agua o infraestructura, de manera que los subproductos de un proceso se conviertan en materias primas para otros, creando así un ciclo cerrado de producción y consumo.



## 2.2 Objetivos específicos

Compilar, seleccionar, analizar y sintetizar toda la información de investigaciones científicas sobre la simbiosis industrial e implantar una nueva red en los polígonos colindantes a Alcoi, como se observa en la Figura 3, los cuales son:

- San Benet
- Cotes Altas
- Cotes Baixes
- La Lleona
- Santiago Paya
- La Beniata



**Figura 3. Simbiosis industrial en Kalundborg (Dinamarca).**

**Fuente:** Jacobsen, N. B. (2006).

Dejando de la siguiente manera unos objetivos muy específicos:

- Evaluar la viabilidad de una planta de biogás en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.
- Identificar las fuentes de residuos orgánicos y su potencial para la producción de biogás.
- Determinar los emplazamientos más adecuados para la planta.
- Proponer metodologías para optimizar la eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

### 3. DEFINICIÓN DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL

La simbiosis industrial forma parte de lo que se conoce como ecología Industrial, que busca establecer vínculos entre los principios de la ecología y las operaciones industriales. De esta manera, se busca que los procesos industriales imiten la naturaleza, donde cada proceso o cadena de procesos sigue un ciclo repetitivo, similar al que se observa en los ecosistemas, formando así una parte integral de un sistema más grande.

La simbiosis industrial se inserta en el marco de la Ecología Industrial, intentando replicar la interconexión y dependencia que caracteriza a los ecosistemas naturales. En este contexto, los sistemas industriales se ven como una red de procesos interrelacionados, donde los desechos, subproductos, o el excedente de energía de algunas empresas se transforman en insumos para otras. Esta dinámica refleja las interacciones ecológicas, como la simbiosis, donde diferentes organismos comparten recursos, energía o información para beneficio mutuo.

De manera análoga, la simbiosis industrial se refiere a las ventajas mutuas obtenidas a través de la colaboración entre distintas empresas o sectores industriales. Estas ventajas no solo se limitan al intercambio físico de materiales o energía sino también pueden incluir compartir infraestructuras o equipos, potenciando así la eficiencia en el uso de recursos. Esta visión estratégica de la simbiosis industrial no solo se enfoca en la optimización de recursos, sino que también busca crear modelos de negocio sostenibles y colaborativos.

Por ende, la simbiosis industrial representa un pilar dentro de la Ecología Industrial, enfatizando la importancia de la cooperación y la creación de sinergias entre diferentes actores económicos a través del uso compartido y el intercambio de recursos. Un ejemplo práctico de esta filosofía son los parques eco-industriales, que materializan la simbiosis industrial creando comunidades de negocios donde los residuos de una empresa se convierten en recursos para otra, fomentando así un ciclo de producción más sostenible y eficiente.

#### 3.1 Tipos de simbiosis industrial

Se pueden identificar diversos tipos de simbiosis industrial según ciertas características distintivas. La primera categorización que se va a exponer se basa en el elemento que facilita o genera la sinergia entre las entidades industriales involucradas (Marchi et al., 2017).

Siguiendo este criterio, se pueden distinguir tres grupos principales:

Sinergias de mutualidad: En este tipo de interacción no hay un intercambio directo de materiales o productos, sino que se trata de la utilización compartida de servicios, instalaciones o infraestructuras. Por ejemplo, el suministro de energía, el tratamiento de residuos, la planificación de emergencias, la formación, la logística y el transporte pueden ser áreas donde se observe esta colaboración compartida.

Sinergias de sustitución: Estas sinergias implican la transferencia de productos en la que los desechos generados por una empresa o proceso industrial se convierten en parte de los recursos utilizados por otra entidad. Por ejemplo, el intercambio de subproductos, residuos, calor residual, entre otros, puede ilustrar este tipo de colaboración.

Sinergias de génesis: En este caso, se trata de la creación de una nueva actividad destinada a satisfacer la necesidad de reutilización de algún flujo o recurso industrial.

Además de esta categorización, las relaciones de simbiosis industrial también pueden ser agrupadas según su origen o método de gestión, distinguiendo entre tres tipos de redes (Domenech et al., 2019):

Autogestionadas ("Self-organised activities" o "bottom-up"): Estas relaciones surgen de la interacción directa entre diferentes entidades industriales de manera más o menos espontánea, ya que ambas partes pueden obtener beneficios de colaborar juntas. A menudo, estas relaciones son locales y están vinculadas a agrupaciones de actividades manufactureras que incluyen sectores primarios. Aunque generalmente son impulsadas por actores privados, en muchos casos cuentan con el respaldo y la participación de los gobiernos locales. Este tipo de relaciones simbióticas son especialmente característicos en países con altos niveles de concienciación ambiental y estrictas regulaciones ambientales.

Organizadas ("Facilitated networks" o "intermediary"): Estas relaciones simbióticas involucran a un tercer actor que actúa como intermediario en la actividad. Se pueden aplicar fácilmente a nivel local, regional y nacional.

Planificadas ("Planned networks" o "top-down"): Estas relaciones simbióticas son planificadas previamente para una determinada área industrial, a menudo compartiendo infraestructuras y servicios que aseguran el flujo de recursos entre ellas.

Sin importar el tipo de relación simbiótica que esté presente, una vez establecidas, estas relaciones pueden desarrollarse de diferentes maneras. Según Paquin y Howard-Grenville (2012), su evolución puede clasificarse en dos tipos: a) fortuita ("serendipitous"), donde la interacción ocurre de manera casual entre las partes, basándose en los beneficios individuales que pueden obtener, o b) intencionada ("goal-directed"), que se da cuando los actores involucrados actúan conforme a un plan o con el propósito de alcanzar objetivos específicos. Además, de acuerdo con el análisis de los autores mencionados, ambos tipos de evolución pueden coexistir en una misma red de simbiosis industrial, pero en momentos temporales distintos.

Las bases del proyecto concretas es que se tratará de una **simbiosis de tipo mutualidad**, en la cual el método de gestión de residuos y tratamiento de estos es el predominante a la hora de localizar los residuos orgánicos necesarios entre las empresas, para alimentar la planta de biogás comprada a través de proveedores oficiales.

En cuanto a la categorización de la simbiosis el proyecto tratará una del **tipo organizada**, puesto que hay un tercer actor, que es la empresa que se encarga de desarrollar el proyecto de simbiosis industrial, en el cual organiza el flujo de recursos, maquinaria para tratamiento de estos y organización industrial general para el correcto funcionamiento de la simbiosis.

#### **4. UTILIZACIÓN DEL ENFOQUE DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL**

En la actualidad, hay numerosos ejemplos exitosos de simbiosis industrial, especialmente en sectores como la industria forestal y de papel, productos químicos, metales, minería y construcción (Domenech et al., 2019). Uno de los ejemplos más destacados a nivel nacional es el programa NISP desarrollado en el Reino Unido. En Europa, y especialmente en los países nórdicos, hay varios ejemplos de redes de simbiosis industrial. Entre ellos, se destaca el proyecto Cleantech Östergötland en Suecia, que se ha desarrollado a nivel regional, y otros proyectos de carácter local como el implementado en Kalundborg, Dinamarca.

##### **4.1 Ejemplos de simbiosis industrial en Dinamarca**

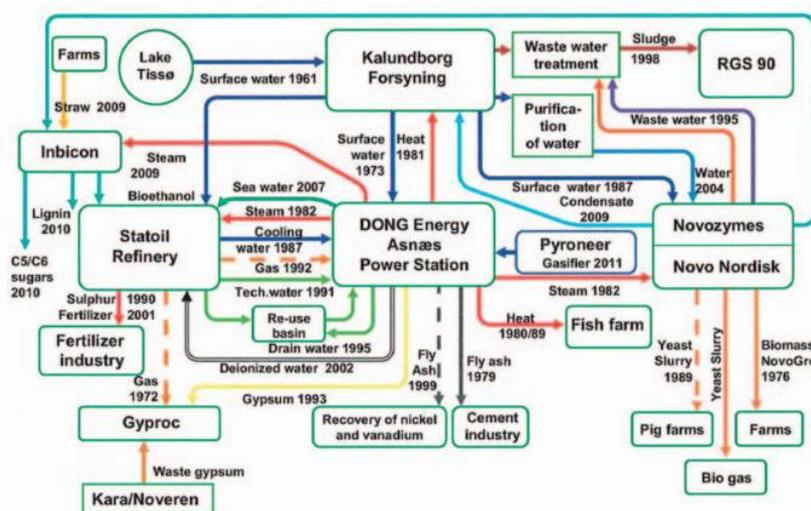
A lo largo de los años, las interacciones de simbiosis industrial en Kalundborg han experimentado una evolución significativa, transformándose en una red compleja de intercambio de subproductos entre empresas locales que, en sus inicios, operaban de manera completamente independiente. Este entramado de colaboración se remonta a 1961, cuando la empresa Statoil, conocida entonces como Esso, inició la búsqueda de fuentes de agua para su refinería. Esta necesidad impulsó el desarrollo de una infraestructura de tuberías que conectaba la empresa con las cercanías del lago Tissø, estableciendo así la primera piedra de lo que sería una extensa red de cooperación industrial.

Diez años después, en 1971, Statoil y Gyproc firmaron un acuerdo mediante el cual Gyproc aprovecharía el gas excedente producido por la refinería de Statoil para enfriar sus planchas de yeso. Este acuerdo no solo optimizó el uso de recursos, sino que también marcó el comienzo de un modelo de colaboración industrial que se iría ampliando con el tiempo. En 1972, Dong Energy, que operaba entonces como la planta de Asnæs, se integró a esta naciente colaboración, utilizando el sistema de suministro de agua inicialmente construido para Statoil. Esta incorporación permitió maximizar la eficiencia del uso del agua y reforzó los vínculos entre las empresas.

Con el paso de los años, la red de simbiosis industrial de Kalundborg continuó expandiéndose. Empresas como Novo Group, especializada en los sectores farmacéutico y biotecnológico, se sumaron a la colaboración, aportando sus propios flujos de subproductos y beneficiándose del intercambio de recursos. Asimismo, Soilrem SA, una empresa dedicada a la remediación de suelos contaminados, se unió a este núcleo, contribuyendo a cerrar ciclos de materiales y mejorando la sostenibilidad de las operaciones industriales en la región.

En la actualidad, la red de simbiosis industrial en Kalundborg ha crecido hasta incluir a ocho socios, tanto del sector público como del privado. Esta red facilita aproximadamente 50 intercambios simbióticos diferentes, abarcando una amplia gama de materiales y recursos. Los intercambios incluyen no solo subproductos industriales como vapor, gases y agua, sino también materiales como yeso y residuos orgánicos, que se reutilizan de maneras innovadoras para reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia económica como se aprecia en la Figura 4.

Esta evolución ha convertido a Kalundborg en un ejemplo mundialmente reconocido de simbiosis industrial, demostrando cómo la colaboración y el intercambio de recursos entre empresas pueden conducir a una mayor sostenibilidad y eficiencia. La historia de Kalundborg es una prueba viviente de que, mediante la cooperación y la innovación, las industrias pueden transformar sus operaciones para beneficiar tanto al medio ambiente como a la economía local.



**Figura 4. Simbiosis industrial en Kalundborg (Dinamarca).**

*Fuente: Jacobsen, N. B. (2006).*

Es crucial subrayar que gran parte del éxito de la simbiosis industrial en Kalundborg se debe a la intervención de un intermediario clave: el departamento de desarrollo del municipio. Este departamento desempeña un papel central al gestionar el Centro de Simbiosis de Dinamarca, que funciona como el secretariado dentro de la asociación de redes de simbiosis industrial. El Centro de Simbiosis de Dinamarca no solo coordina los esfuerzos de colaboración, sino que también facilita un canal de comunicación directo y eficaz entre los directores y administradores locales de las empresas involucradas.

Este intermediario, el departamento de desarrollo del municipio, asegura que todas las partes interesadas estén alineadas y que los flujos de información sean fluidos y constantes. Al actuar como un puente entre las empresas, el centro de simbiosis promueve la cooperación y la identificación de nuevas oportunidades para el intercambio de subproductos y recursos. Este rol mediador es fundamental para mantener la cohesión y la efectividad de la red de simbiosis industrial, ya que permite resolver rápidamente cualquier conflicto y coordinar esfuerzos para maximizar los beneficios mutuos.

El centro también se encarga de organizar reuniones regulares, talleres y seminarios, donde las empresas pueden compartir sus experiencias, discutir desafíos comunes y explorar nuevas iniciativas. Además, el Centro de Simbiosis de Dinamarca proporciona apoyo técnico y asesoría para implementar prácticas de simbiosis industrial, ayudando a las empresas a mejorar su eficiencia y sostenibilidad.

La presencia de este intermediario institucional ha sido instrumental en la creación de un entorno de confianza y colaboración. Gracias a su labor, las empresas pueden enfocarse en sus operaciones principales mientras se benefician de las sinergias creadas a través de la red de simbiosis. Este enfoque coordinado y centralizado es uno de los pilares que ha permitido que la simbiosis industrial en Kalundborg se convierta en un modelo ejemplar a nivel global, demostrando cómo una gestión efectiva puede potenciar la sostenibilidad y el éxito económico de una región industrial.

#### **4.2 Ejemplos de simbiosis industrial en Suecia**

La región de Östergötland en Suecia es un ejemplo sobresaliente de cómo las relaciones de simbiosis industrial pueden florecer a nivel regional. Aunque en el desarrollo de esta región no se haga referencia explícita a la simbiosis industrial o a la economía circular, siempre ha existido un fuerte enfoque en la sostenibilidad ambiental. Esto ha llevado a que, en numerosas ocasiones, las relaciones de simbiosis surgieran con el objetivo de convertir desafíos ambientales en oportunidades comerciales. La disposición de las empresas para invertir en nuevas tecnologías ha sido crucial en este proceso, al igual que el respaldo de los municipios que fomentan el cambio hacia estrategias más sostenibles en los modelos de negocio.

En Östergötland, hay varios tipos de relaciones de simbiosis industrial. Una de las más destacadas es la colaboración entre las empresas de generación de calor y el sistema de transporte público de autobuses y taxis que utilizan biogás como combustible. Esta iniciativa, promovida por los gobiernos locales de los municipios involucrados, tiene como objetivo principal reducir la contaminación ambiental en las ciudades. Gracias a estas colaboraciones, no solo se ha mejorado la eficiencia energética, sino que también se ha avanzado significativamente hacia un transporte más limpio y sostenible.

Otro ejemplo notable de simbiosis industrial en la región es el área industrial de Handelö, donde se combina un clúster de energías renovables con un centro logístico de la Red Natura 2000. En este clúster, la planta combinada de calor y energía de E.ON está asociada con una planta de biogás y una planta de etanol. La sinergia entre estas instalaciones permite una optimización del uso de recursos y una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La planta de biogás en Handelö juega un papel crucial en esta red de simbiosis. Utiliza lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Norrköping para generar biogás. Este biogás, una vez fermentado, se transforma en combustible para vehículos y se distribuye a las estaciones de servicio cercanas. Esta colaboración no solo representa una solución eficiente para la gestión de residuos, sino que también contribuye al desarrollo de una infraestructura de transporte más sostenible y menos dependiente de combustibles fósiles.

En resumen, la región de Östergötland ejemplifica cómo las relaciones de simbiosis industrial pueden prosperar y beneficiar tanto al medio ambiente como a la economía. El enfoque en la sostenibilidad ambiental, la disposición de las empresas a adoptar nuevas tecnologías y el apoyo de los municipios son factores clave que han permitido el éxito de estas iniciativas.

Estos ejemplos demuestran que, a través de la colaboración y la innovación, es posible transformar desafíos ambientales en oportunidades económicas y avanzar hacia un futuro más sostenible.

### **4.3 Ejemplos de simbiosis industrial en Reino Unido**

El Programa Nacional de Simbiosis Industrial (National Industrial Symbiosis Programme, NISP) ha sido reconocido por la Comisión Europea como una estrategia de gestión de recursos extremadamente eficaz. Este programa, desarrollado por el gobierno del Reino Unido, involucra no solo a empresas industriales, sino también a organismos gubernamentales y entidades de investigación. Las ventajas de esta compleja red de interacciones van más allá de la simple mejora en la eficiencia de uso de recursos; también fomentan el crecimiento económico, crean empleos y facilitan la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono.

El éxito de este modelo de simbiosis industrial se debe a varios factores clave. En primer lugar, la financiación proporcionada por el gobierno ha sido fundamental para apoyar el programa. Esta financiación ha permitido establecer y mantener una amplia red de organizaciones que colaboran estrechamente entre sí. Además, el compromiso de profesionales dedicados a maximizar los beneficios de estas relaciones ha sido esencial para su funcionamiento efectivo. Estos profesionales trabajan incansablemente para identificar oportunidades de colaboración y optimizar el intercambio de recursos entre las entidades participantes.

Otro elemento crucial ha sido la implementación de un sistema eficaz de gestión e intercambio de información y datos. Este sistema facilita la comunicación fluida entre las empresas y otras organizaciones involucradas, permitiendo un uso más eficiente y coordinado de los recursos disponibles.

La capacidad de compartir información relevante de manera rápida y precisa es vital para identificar nuevas oportunidades de simbiosis y para responder de manera ágil a los desafíos que puedan surgir.

En resumen, el Programa Nacional de Simbiosis Industrial del Reino Unido ha demostrado ser una estrategia innovadora y efectiva para la gestión de recursos. Su éxito se basa en una combinación de financiación gubernamental, una red amplia y colaborativa de organizaciones, el compromiso de profesionales dedicados, y un sistema robusto de gestión de información. Estos elementos juntos han permitido no solo mejorar la eficiencia en el uso de recursos, sino también impulsar el crecimiento económico, generar empleo y avanzar hacia una economía más sostenible y de bajas emisiones de carbono.

#### **4.4 Ventajas de la colaboración industrial simbiótica**

Como se evidencia en los ejemplos previos, la simbiosis industrial emerge como un enfoque empresarial sostenible que ofrece una variedad de ventajas tanto a nivel empresarial como social y ambiental. Este nuevo modelo de negocio, inspirado en los principios de la economía circular, reduce la dependencia de materias primas cuya disponibilidad ha disminuido significativamente en años recientes. Además, permite la valorización de una fuente de recursos alternativa, los residuos, al reintegrarlos en el ciclo de producción, lo que conlleva a un uso más eficiente de los recursos y una disminución en la generación de desechos.

La comisión puede anticipar numerosos beneficios derivados del proyecto de simbiosis industrial, que abarcan múltiples áreas clave y aportan ventajas significativas tanto para las empresas participantes como para la comunidad en general.

#### **Eficiencia y Ahorro de Recursos**

Uno de los principales beneficios es la mejora en la eficiencia y el ahorro de recursos. A través de la reducción en el uso de materias primas y recursos, las empresas pueden optimizar sus procesos de producción, minimizando el consumo de energía y, por ende, reduciendo los costes asociados. La compartición de recursos y servicios entre las empresas participantes contribuye a una notable disminución en los costes de producción, permitiendo a las empresas operar de manera más eficiente y rentable.

#### **Reducción de Residuos**

El proyecto también promueve una significativa reducción de residuos. Al disminuir la generación de desechos y subproductos, las empresas pueden reutilizar estos materiales como materias primas en otros procesos, cerrando ciclos de producción y promoviendo una economía circular. Esta reutilización no solo reduce la cantidad de residuos enviados a los vertederos, sino que también convierte los desechos en recursos valiosos, optimizando el uso de materiales.

#### **Beneficios Ambientales**

Desde una perspectiva ambiental, la simbiosis industrial ofrece importantes beneficios. La reducción de la huella de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero contribuye a la mitigación del cambio climático. Además, una mejor gestión de residuos y la disminución de la contaminación resultan en un entorno más limpio y saludable. Estos beneficios ambientales son cruciales para la sostenibilidad a largo plazo y el bienestar de la comunidad.

### **Colaboración y Desarrollo Comunitario**

El proyecto fomenta la colaboración entre empresas y fortalece la comunidad empresarial local. La cooperación en el intercambio de recursos y conocimientos puede conducir a la creación de empleo y al desarrollo económico en la región. Esta colaboración también fortalece los vínculos dentro de la comunidad, promoviendo un entorno empresarial más cohesivo y dinámico.

### **Innovación**

La simbiosis industrial actúa como un catalizador para la innovación tecnológica y de procesos. Al incentivar el desarrollo de nuevas soluciones y prácticas sostenibles, el proyecto impulsa la creatividad y la implementación de tecnologías avanzadas. Este estímulo hacia la innovación puede resultar en mejoras significativas en la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones industriales.

### **Cumplimiento Normativo y Responsabilidad Social**

Otro beneficio importante es el cumplimiento de regulaciones ambientales y sociales. Al alinearse con las normativas vigentes, las empresas participantes pueden evitar sanciones y mejorar su responsabilidad social corporativa. Contribuir a la responsabilidad social corporativa no solo mejora la imagen de la empresa, sino que también promueve prácticas empresariales éticas y sostenibles.

### **Evaluación a Largo Plazo**

La evaluación de la sostenibilidad a largo plazo del proyecto es fundamental para su éxito continuo. El monitoreo continuo de los impactos ambientales y económicos permite ajustar y mejorar las estrategias, asegurando que el proyecto permanezca alineado con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia.

### **Beneficios Financieros**

La generación de ingresos adicionales es otro atractivo del proyecto. La comercialización de subproductos puede abrir nuevas fuentes de ingresos para las empresas. Además, existe la posibilidad de acceder a incentivos y programas gubernamentales que apoyen iniciativas de sostenibilidad y eficiencia energética.

### **Mejora en la Imagen de la Empresa**

Participar en un proyecto de simbiosis industrial puede mejorar significativamente la imagen de la empresa. Al demostrar un compromiso con la sostenibilidad, las empresas pueden fortalecer su reputación y atraer a inversores y clientes conscientes del medio ambiente. Esta mejora en la percepción pública puede traducirse en una ventaja competitiva en el mercado.

### **Flexibilidad y Adaptabilidad**

Finalmente, la flexibilidad y adaptabilidad del proyecto son cruciales. La capacidad de adaptarse a cambios en el entorno empresarial y tecnológico asegura que las empresas puedan responder de manera efectiva a nuevas oportunidades y desafíos. Además, el proyecto puede expandirse para incorporar nuevas empresas a la red de simbiosis, enriqueciendo aún más el ecosistema industrial y ampliando los beneficios compartidos.

En resumen, los beneficios anticipados del proyecto de simbiosis industrial abarcan una amplia gama de áreas, desde la eficiencia y la sostenibilidad ambiental hasta la innovación y el desarrollo económico. Estos beneficios no solo mejoran las operaciones industriales, sino que también contribuyen al bienestar de la comunidad y al éxito a largo plazo de las empresas participantes.

### **4.5 Posibilidades de la simbiosis industrial en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat**

Con el propósito de avanzar hacia una economía más circular y promover un modelo económico sostenible, descarbonizado y eficiente en el uso de recursos, se ha implementado en España la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC). Esta estrategia establece una serie de objetivos a alcanzar para el año 2030, con el fin de transformar el sistema económico y reducir su impacto ambiental de manera significativa.

Entre los principales objetivos de la EEEC, se incluye la reducción en un 30% del consumo nacional de materiales en relación con el Producto Interior Bruto (PIB), tomando como referencia el año 2010. Este objetivo busca minimizar la extracción de recursos naturales y fomentar el uso eficiente de los mismos. Asimismo, se pretende disminuir la generación de residuos en un 15% respecto a los niveles de 2010, lo que implica un esfuerzo considerable en la gestión y prevención de residuos desde su origen.

Otro objetivo crucial es abordar la generación de residuos de alimentos en toda la cadena alimentaria. Se establece la meta de reducir en un 50% la generación per cápita en hogares y consumo minorista, y en un 20% en las cadenas de producción y suministro a partir de 2020. Este enfoque integral busca reducir el desperdicio alimentario y aprovechar mejor los recursos disponibles, lo que contribuye tanto a la sostenibilidad ambiental como a la seguridad alimentaria.

Además, se busca aumentar la reutilización y preparación para la reutilización hasta alcanzar el 10% de los residuos municipales generados. Esta meta incentiva la recuperación de materiales y productos, prolongando su vida útil y reduciendo la necesidad de nuevos recursos. La mejora en un 10% de la eficiencia en el uso del agua es otro objetivo clave, que pretende optimizar este recurso vital en todos los sectores económicos y sociales.

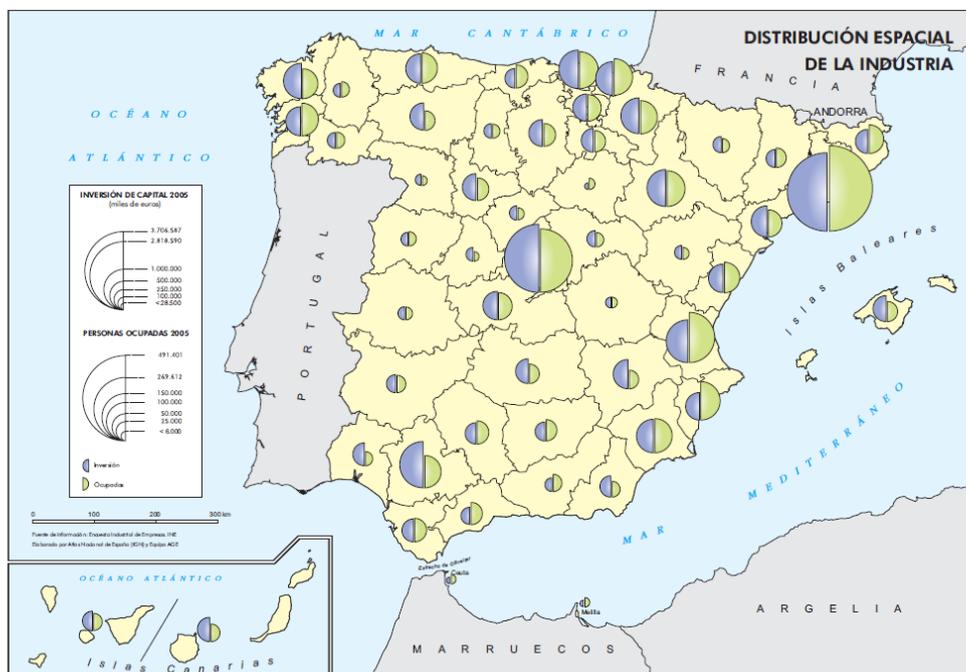
La EEEC también se propone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Esta reducción es esencial para combatir el cambio climático y contribuir a los compromisos internacionales de España en materia de sostenibilidad y protección ambiental.

Para facilitar el logro de estos ambiciosos objetivos, la estrategia ha diseñado ocho planes de acción. Cinco de estos planes se centran en el cierre del ciclo de los productos, abarcando la producción, el consumo, la gestión de residuos, las materias primas secundarias y la reutilización del agua. Estos planes buscan integrar la circularidad en cada etapa del ciclo de vida de los productos, promoviendo prácticas sostenibles y eficientes.

Los otros tres planes de acción abordan aspectos transversales fundamentales para el éxito de la estrategia. Estos incluyen la sensibilización y participación de la sociedad, la investigación, innovación y competitividad, y el empleo y formación. Estos planes transversales son cruciales para crear un entorno favorable y capacitado para la transición hacia una economía circular.

Además, la EEEC destaca seis áreas clave de actividad que requieren atención prioritaria: la construcción, el sector agroalimentario, pesquero y forestal, la industria, los bienes de consumo, el turismo y la industria textil y de confección. Estas áreas son fundamentales debido a su impacto ambiental y su importancia económica, y se espera que la implementación de prácticas de economía circular en estos sectores tenga un efecto transformador.

Esta estrategia proporciona una base sólida para la implementación de modelos de simbiosis industrial, los cuales tienen un gran potencial para alcanzar muchos de los objetivos establecidos. La simbiosis industrial, que implica la colaboración entre empresas para utilizar los subproductos de unas como materias primas de otras, puede mejorar significativamente la eficiencia de recursos y reducir la generación de residuos. Este potencial es especialmente relevante en la Comunidad Valenciana, donde muchos de los sectores señalados como prioritarios son fundamentales para su economía. La adopción de estos modelos puede contribuir a una economía más sostenible y competitiva en la región, alineada con los objetivos de la EEEC.



**Figura 5. Distribución de la industria en la península. Fuente: INE / IGN - AGE**

Como se puede observar en la Figura 5, para la Comunidad Valenciana se dispone de una fracción azul de inversión menor a la fracción verde referente a personas u empresas ocupadas en la industria en dicha zona. A diferencia por ejemplo de la Comunidad de Madrid donde la inversión supera al número de empresas afincadas en dicha zona. Siendo el caso que nos concierne la Comunidad Valenciana se estima una inversión de capital en miles de euros de 500.000, frente a un total de ocupados de 150.000 empresas u personas físicas autónomas trabajando en el sector industrial y afincadas en la zona.

La Comunidad Valenciana, con una inversión industrial significativa de 500.000 miles de euros y un robusto ecosistema de 150.000 empresas y autónomos en el sector, presenta un entorno ideal para la implementación de proyectos de simbiosis industrial. La elevada concentración de entidades industriales sugiere un fuerte potencial para la colaboración y el intercambio de recursos, lo que puede resultar en una mayor eficiencia y sostenibilidad. Además, la considerable inversión existente proporciona una base sólida sobre la cual construir un proyecto. Fomentar la simbiosis industrial en esta región no solo aprovecharía la infraestructura y la mano de obra existente, sino que también incentivaría nuevas inversiones, fortaleciendo aún más el sector y contribuyendo al desarrollo económico y ambiental de la Comunidad Valenciana.

## 5. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el diseño de la planta de biogás dentro de un marco de simbiosis industrial, se utilizaron varios métodos específicos. Primero, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre simbiosis industrial. Esto se hizo utilizando bases de datos académicas y artículos de revistas científicas, con el objetivo de recopilar información relevante sobre estudios de caso, tecnologías utilizadas y modelos de simbiosis industrial aplicados en plantas de biogás. La revisión de la literatura fue fundamental para comprender las mejores prácticas, identificar tecnologías emergentes y obtener una base teórica sólida que sustente el diseño de la planta.

El segundo paso fue un análisis de factibilidad técnica para evaluar la viabilidad de integrar una planta de biogás dentro de un ecosistema de simbiosis industrial. Esto implicó identificar industrias locales que generen residuos orgánicos utilizables, realizar un inventario de estos residuos y analizar su composición y volumen. Además, se determinaron los requerimientos técnicos para la transformación de estos residuos en biogás. Este análisis fue crucial para asegurar que los residuos disponibles fueran adecuados y suficientes para la producción de biogás y que la tecnología seleccionada fuera compatible con los materiales y volúmenes identificados.

El tercer componente de la metodología fue el diseño de la planta de biogás. Esto incluyó la elaboración de diagramas de flujo del proceso, desde la recolección de residuos hasta la producción y almacenamiento de biogás, la selección de equipos y tecnologías específicas para cada etapa del proceso, y la integración de sistemas de control y monitoreo. Este paso es esencial para crear un plan detallado y viable para la construcción y operación de la planta, asegurando que todos los componentes funcionaran de manera integrada y eficiente.

El cuarto paso fue la evaluación económica del proyecto. Se realizó un análisis de costes y beneficios, que incluyó la estimación de los costes de capital y operativos asociados con la construcción y operación de la planta, la proyección de los ingresos potenciales derivados de la venta de biogás y subproductos, y la evaluación del retorno de inversión y el periodo de amortización. Este análisis fue vital para determinar la viabilidad económica del proyecto y asegurar que fuera financieramente sostenible a largo plazo.

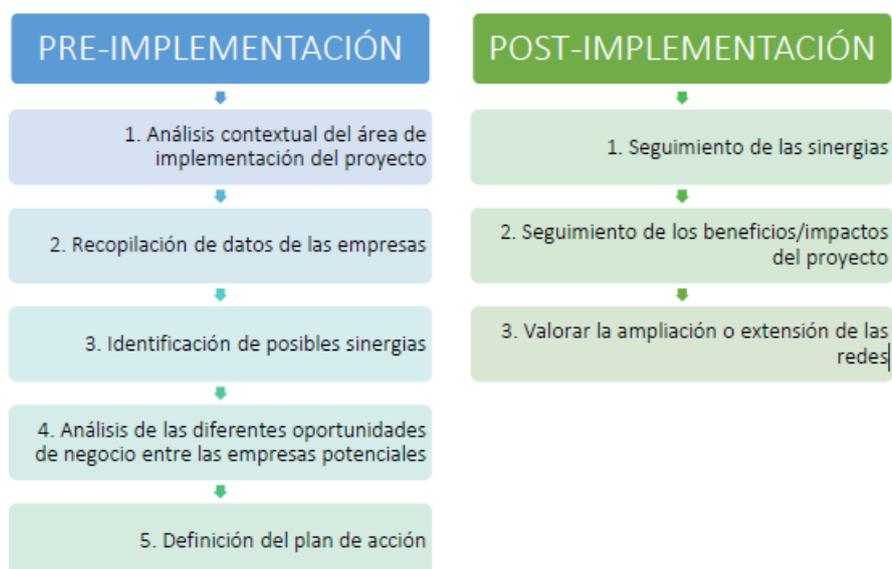
Finalmente, se llevó a cabo un análisis de impacto ambiental para evaluar los impactos de la planta de biogás. Esto incluyó la realización de un análisis del ciclo de vida (LCA) para evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, así como la comparación de estos impactos con los métodos tradicionales de gestión de residuos y producción de energía. Este paso fue fundamental para garantizar que el proyecto contribuyera a la sostenibilidad ambiental y cumpliera con las normativas y estándares ambientales.

### 5.1 Revisión de la literatura

Como se ha visto en ejemplos exitosos de simbiosis industrial, estas pueden surgir de forma natural en respuesta a una necesidad empresarial, como en el caso de la simbiosis industrial en Kalundborg, o ser planificadas meticulosamente, como en el caso del NISP en el Reino Unido. Sin embargo, muchas veces las relaciones que surgen espontáneamente no se concretan, no porque no haya una necesidad, sino por las siguientes razones (Kurnichow, 2018):

- Las empresas no están al tanto del potencial de sus residuos.
- A pesar de reconocer el valor de los recursos, las empresas carecen de conocimiento sobre otras empresas con las que podrían establecer sinergias.
- Aunque conocen su potencial y las posibles asociaciones, las empresas carecen de los recursos necesarios (ya sean económicos, temporales, tecnológicos, etc.) para llevar a cabo dichas colaboraciones.

Por tanto, una solución para abordar estas situaciones y promover el desarrollo de redes de simbiosis industrial podría ser la planificación y diseño deliberado de proyectos de simbiosis industrial. En la implementación de estos proyectos, se pueden identificar las siguientes fases (Véase Figura 6):



**Figura 6. Fases de implementación de un proyecto de simbiosis industrial.**

*Fuente: Adaptación de Marconi et al. (2018)*

Para ejecutar un proyecto de simbiosis industrial, es esencial realizar un análisis del entorno donde se llevará a cabo y examinar las posibles conexiones que pueden surgir. Estas actividades se llevan a cabo en una serie de etapas que se enmarcan en la fase de pre-implementación. Estas etapas se dividen en las siguientes fases:

1. Análisis del entorno donde se implementará el proyecto:

Se requiere realizar un estudio para identificar las potenciales empresas que participarán en el sistema de simbiosis, así como los recursos disponibles para llevar a cabo las colaboraciones.

## 2. Recopilación de datos empresariales:

Una vez que se han identificado las empresas, es fundamental recopilar información sobre sus procesos, incluyendo la identificación de los recursos utilizados y los residuos generados.

## 3. Identificación de posibles sinergias:

Después de comprender las necesidades y los residuos de las empresas, se exploran las posibles conexiones entre ellas. La elaboración de un mapa de recursos puede proporcionar una visión sistemática del proyecto.

## 4. Análisis de las sinergias y oportunidades de negocio:

En esta fase, se analizan diversas alternativas y se establecen objetivos colectivos e individuales para la implementación de la red de simbiosis.

## 5. Definición del plan de acción:

En esta etapa final, se determinan los pasos necesarios para iniciar el proyecto y lograr los objetivos comunes e individuales establecidos.

Después de la implementación del proyecto, comienza la fase de post-implementación. Para garantizar su viabilidad a largo plazo, es crucial realizar un seguimiento y analizar nuevas oportunidades o cambios en el mercado. Por lo tanto, se requieren las siguientes etapas:

### 1. Seguimiento de las sinergias:

Es esencial brindar apoyo continuo a las empresas para llevar a cabo el plan de acción y cumplir con los objetivos establecidos.

### 2. Seguimiento de los beneficios e impactos del proyecto:

Se realiza un seguimiento para evaluar los beneficios asociados con la simbiosis industrial y su contribución a los objetivos de la economía circular sería beneficioso desarrollar un conjunto de indicadores que puedan evaluar tanto los beneficios ambientales como los económicos.

3. Además, para asegurar la viabilidad de los procesos de simbiosis industrial, es esencial evitar la dependencia exclusiva de una sola empresa o proceso industrial. Un contratiempo en una de ellas podría afectar negativamente a la otra. Fraccascia et al. (2020) examinan la importancia de la redundancia de empresas en los modelos de simbiosis industrial y concluyen que la red de relaciones debe contar con un número óptimo de empresas. Un exceso de empresas brinda mayor resistencia ante perturbaciones, pero reduce el beneficio económico. Por otro lado, si la red tiene un número reducido de empresas, las ganancias son mayores, pero la vulnerabilidad ante perturbaciones es mayor.

## 5.2 Análisis de factibilidad técnica

En la tabla 1 se puede observar la actividad económica por tipo de actividad en la zona de Alcoi y el Comtat junto con el número de empresas existentes y su número correspondiente de trabajadores.

**Tabla 1. Número de empresas por actividad económica en la zona designada de proyecto.**

**Fuente:** Industria. actividad comercial. empresa. Alcoi/Alcoy – Diputación de Alicante.

Número de empresas y trabajadores por actividad económica. Detalle.				
Actividad económica	Número de empresas	Trabajadores		
		Hombres	Mujeres	Total
Sin actividad	133	7	133	140
Agricultura, ganadería y caza	8	4	4	8
Industria de productos alimenticios y bebidas	32	238	244	482
Industria del tabaco	1	6	2	8
Industria textil	182	967	418	1.385
Industria de la confección y de la peletería	19	22	70	92
Fabricación de calzado	1	3	3	6
Industria de la madera y del corcho	26	134	19	153
Industria del papel	7	18	1	19
Edición, artes gráficas y reproducción soportes	27	114	60	174
Industria química	11	107	170	277
Fabricación de productos de caucho y plásticos	10	166	119	285
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	12	34	3	37
Metalurgia	2	20	1	21
Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria	51	264	50	314
Industria de la construcción de maquinaria y equipos	43	298	27	325
Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	2	12	3	15
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	4	18	16	34
Fabricación de material electrónico	2	10	7	17
Fabricación de equipos e instrumentos médico-quirúrgicos	2	4	5	9
Fabricación de vehículos de motor y remolques	7	142	8	150
Fabricación de otro material de transporte	2	13	1	14
Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras	13	50	16	66
Construcción	260	1.235	115	1.350
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor	66	218	39	257
Comercio al por mayor	152	475	207	682
Comercio al por menor	332	386	677	1.063
Hostelería	157	237	299	536
Transporte terrestre; transporte por tuberías	44	364	43	407
Actividades anexas a los transportes	14	44	43	87
Correos y telecomunicaciones	3	3	2	5
Intermediación financiera, excepto seguros	2	2	1	3
Seguros y planes de pensiones, excepto seguridad social	4	129	98	227
Actividades auxiliares a la intermediación financiera	12	9	28	37
Actividades inmobiliarias	82	92	84	176
Alquiler de maquinaria y equipo	4	7	1	8
Actividades informáticas	13	20	11	31
Investigación y desarrollo	2	36	60	96
Otras actividades empresariales	159	393	499	892
Administración pública, defensa y seguridad social	9	377	210	587
Educación	58	362	555	917
Actividades sanitarias y veterinarias, servicios sociales	61	28	239	267
Actividades de saneamiento público	4	19	4	23
Actividades asociativas	15	56	14	70
Actividades recreativas, culturales y deportivas	42	123	155	278
Actividades diversas de servicios personales	100	27	162	189
Hogares que emplean personal doméstico	10	2	8	10
<b>Total</b>	<b>2.202</b>	<b>7.295</b>	<b>4.934</b>	<b>12.229</b>

Fuente: INEM - Observatorio Ocupacional de Alicante  
 Tesorería General de la Seguridad Social. Diciembre de 2006.

**Tabla 2. Número de empresas y trabajadores por sector económico en la zona designada.**

**Fuente:** Industria. actividad comercial. empresa. Alcoi/Alcoy – Diputación de Alicante.

Número de empresas y trabajadores por sector económico. Resumen 2002.							
Agricultura				Industria			
	Trabajadores				Trabajadores		
Empresas	Hombres	Mujeres	Total	Empresas	Hombres	Mujeres	Total
46	45	26	71	527	3.278	1.415	4.693
Construcción				Servicios			
	Trabajadores				Trabajadores		
Empresas	Hombres	Mujeres	Total	Empresas	Hombres	Mujeres	Total
207	1.038	91	1.129	1.187	3.362	2.983	6.345
Total							
	Trabajadores						
Empresas	Hombres	Mujeres	Total				
1.967	7.723	4.515	12.238				

Pese a que los resúmenes de la Tabla 2 proporcionada son las del año 2002 son a las únicas que se tiene acceso mediante información gratuita vía internet, por lo que son las que se utilizaran para designar la red simbiótica en función de los parámetros que otorgan.

**Tabla 3. Número de empresas por actividad industrial.**

**Fuente:** Industria. actividad comercial. empresa. Alcoi/Alcoy – Diputación de Alicante.

Actividades industriales, 2005			
Tipos de industria			Variación activ. indust. 2000-2005 (%)
Industria y construcción	Industria	Construcción	
1.375	883	492	16,1

Como podemos observar la actividad comercial en Alcoi por tipo de industria y o especialización en la Tabla 3, es muy alta en cuanto a insumos que se necesitan y desechos que se pueden utilizar como reactivos para otras fábricas.

**Tabla 4. Número de empresas por actividad comercial.**

**Fuente:** Industria. actividad comercial. empresa. Alcoi/Alcoy – Diputación de Alicante.

Actividades comerciales, 2005										
Actividades comercio mayorista		Actividades comercio minorista				Activ. comercio alimentación y otros			Variación comercio minorista 2000-2005 (%)	Superficie comercio minorista (m2)
2005	Variación 2000-2005 (%)	2005	2004	2003	2002	Total alimentación	Total no alimentación	Comercio mixto y otros		
265	9,0	1.464	1.404	1.483	1.493	489	906	68	-0,5	151.153

Como se demuestra en la Tabla 4 las producciones de alimentación en 2005 eran menores que las industriales ya que en dicho momento la empresa textil hacía sombra a la industria alimentaria.

No obstante, la Tabla 5 que otorga el ranking de empresas actualizado hoy en día se puede observar:

**Tabla 5. Ranking de Alcoi por empresa y categoría.**

**Fuente:** Industria. actividad comercial. empresa. Alcoi/Alcoy – Diputación de Alicante.

## Ranking de ALCOY/ALCOI

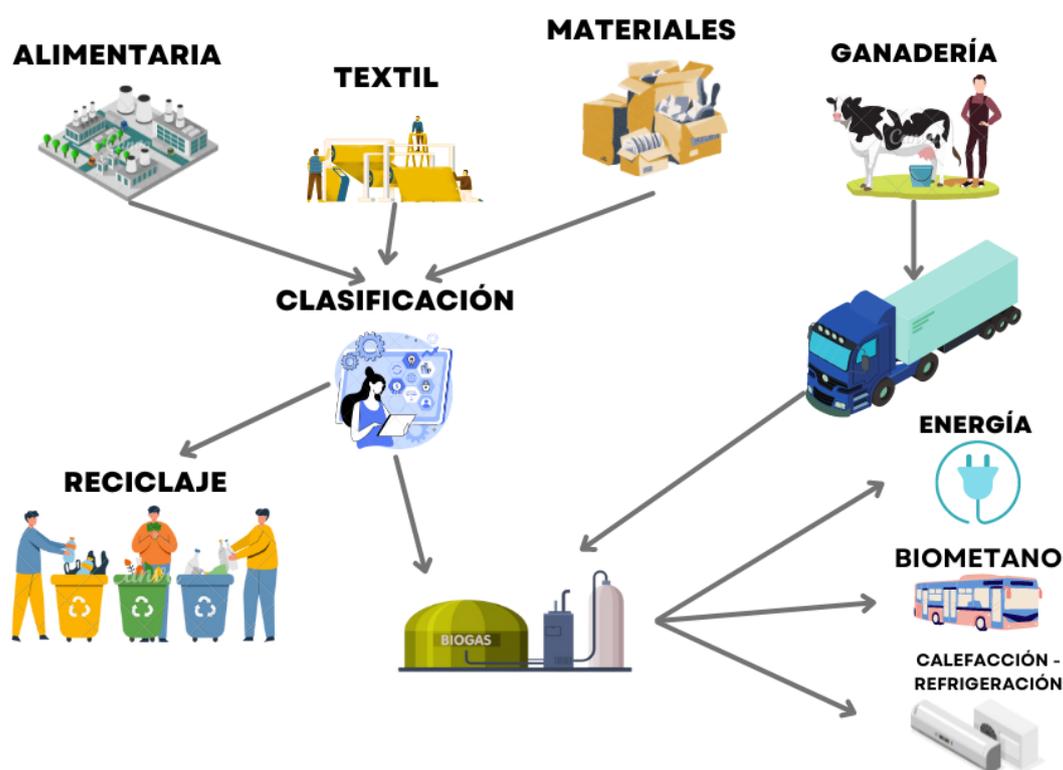
Total resultados: 134

Nº Empresa	Categoría	Municipio	Provincias	Ventas	Resultado
1 LA ESPAÑOLA ALIMENTARIA ALCOYANA SA	ALIMENTACIÓN	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	71.306.764 📈 (0,0 %)	-2.577.505 📈 (0,0 %)
2 INTERFABRICS SL	TEXTIL	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	47.260.907 📈 (0,0 %)	3.215.080 📈 (0,0 %)
3 PLASTICOS ERUM SL	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	37.437.481 📈 (0,0 %)	2.987.964 📈 (0,0 %)
4 AITEX	TECNOLOGÍA Y ELECTRÓNICA	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	27.588.550 📈 (0,0 %)	5.581.101 📈 (0,0 %)
5 GERMAINE DE CAPUCCINI, SAU	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	24.912.464 📈 (0,0 %)	2.153.754 📈 (0,0 %)
6 INDE TRUCK SL.	AUTOMOCIÓN	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	21.186.734 📈 (0,0 %)	203.486 📈 (0,0 %)
7 KOROTT SL	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	18.742.110 📈 (0,0 %)	3.722.717 📈 (0,0 %)
8 MUTUA LEVANTE, MUTUA DE SEGUROS.	SERVICIOS	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	18.609.737 📈 (0,0 %)	1.931.630 📈 (0,0 %)
9 LABORATORIOS COSMORAL SOCIEDAD LIMITADA.	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	15.750.610 📈 (0,0 %)	883.662 📈 (0,0 %)
10 TERMOFORMAS DE LEVANTE SL	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	15.605.907 📈 (0,0 %)	403.411 📈 (0,0 %)
11 CASIMIRO PEREZ SL	ALIMENTACIÓN	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	11.715.225 📈 (0,0 %)	26.988 📈 (0,0 %)
12 NIRVEL SL	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	10.946.057 📈 (0,0 %)	706.238 📈 (0,0 %)
13 AGLOMA D'ALCOI S.L.	MATERIALES	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	10.174.701 📈 (0,0 %)	124.609 📈 (0,0 %)
14 BRIDGE POLYMERS SL.	ALIMENTACIÓN	ALCOY/ALCOI	ALICANTE	9.872.809 📈 (0,0 %)	383.994 📈 (0,0 %)

Se tendrá en cuenta para el proyecto, que actualmente las mayores ventas se le otorga a la alimentación, ya que el sector textil desde 2005 hasta la actualidad ha experimentado un decaimiento constante. Sabiendo que las ventas alcanzan casi el doble del textil y materiales, habrá que tener en cuenta que los residuos generados por la alimentación, que son los de interés para este proyecto son los mayoritarios en la zona, puesto que los de la industria textil habría que valorar cuales se pueden utilizar para la producción de biogás y cuáles no.

La simbiosis industrial generada en el proyecto sería de forma sinérgica mediante la recepción en la planta de reciclaje, donde, las industrias más relevantes en la industria de Alcoi y el Comtat, las cuales son industria alimentaria, textil y de materiales se unen para generar un residuo válido y óptimo para la producción de biogás en la planta.

## SIMBIOSIS INDUSTRIAL



**Figura 7. Diseño de la simbiosis industrial en la zona de Alcoi y el Comtat.**

*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se observa en la Figura 7, las industrias textiles y de materiales necesitan de una previa clasificación al reciclaje, ya que lo que interesa para el proyecto son residuos que generen gas, es decir orgánicos, con fracción biodegradable, esto no descarta ciertos bioplásticos o fibras textiles, pero es necesario de una clasificación previa. Posteriormente, se dividen para su recepción exclusiva de la materia que realmente sirve para el proceso de producción de biogás en la planta.

Aunque sea difícil de pensar sobre el papel, sí es posible utilizar residuos biodegradables de plásticos o fibras textiles para generar biogás. Los plásticos y las fibras textiles no son naturalmente biodegradables en el sentido estricto, ciertos tipos de plásticos biodegradables y algunas fibras textiles pueden descomponerse en condiciones específicas, como en plantas de biogás.

El proceso implica la digestión anaeróbica de materia orgánica por microorganismos, que produce biogás compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono. Los residuos biodegradables de plásticos y fibras textiles pueden ser una fuente potencial de materia orgánica para este proceso, aunque generalmente otros tipos de residuos orgánicos (como residuos alimenticios, estiércol, etc.) son más comúnmente utilizados en plantas de biogás.

Es importante tener en cuenta que no todos los plásticos o fibras textiles son adecuados para este proceso, y se requiere una selección cuidadosa de los materiales que se introducen en la planta de biogás para garantizar la eficiencia del proceso y la calidad del biogás producido.

Una planta de biogás funciona mediante la descomposición anaerobia de materia orgánica, como residuos agrícolas, estiércol, residuos de alimentos y lodos de depuradora. Este proceso tiene lugar en un digestor anaeróbico, donde las bacterias descomponen la materia orgánica en ausencia de oxígeno, produciendo biogás y digestato.

El biogás está compuesto principalmente de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y puede contener pequeñas cantidades de otros gases. El metano es el componente clave, ya que tiene un alto valor energético.

El biogás puede ser utilizado de diversas maneras. En primer lugar, puede ser quemado en motores de cogeneración para producir electricidad y calor de forma simultánea, energía que puede ser utilizada en la propia planta o suministrada a la red eléctrica y de calefacción. En segundo lugar, el biogás puede ser purificado y comprimido para ser utilizado como biometano, un sustituto del gas natural en vehículos, lo cual es beneficioso para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte. Además, tras su purificación, el biometano puede ser inyectado en la red de gas natural, contribuyendo al suministro energético de hogares e industrias. Finalmente, el biogás puede ser empleado directamente como fuente de energía en procesos industriales que requieren calor o vapor.

En resumen, una planta de biogás transforma residuos orgánicos en una fuente valiosa de energía renovable, que puede ser utilizada para la generación de electricidad y calor, como combustible para vehículos, o inyectada en la red de gas, contribuyendo a un sistema energético más sostenible.

## **6. ESTUDIO DE MERCADO**

De la siguiente manera se ha obtenido para el proyecto un estudio de mercado de la siguiente forma:

### **Definición del Alcance del Estudio**

Industria Local y Residuos Orgánicos:

- Identificación de las principales industrias en la región.
- Determinación de los tipos y cantidades de residuos orgánicos generados.

### **Recolección de Datos**

- Revisión de datos históricos y actuales sobre la generación de residuos.

### **6.1 Análisis de la oferta y la demanda**

#### **Evaluación del Consumo Energético en la Región**

Para evaluar la demanda de biogás en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat, es fundamental analizar el consumo energético actual en la región. Esta información puede obtenerse de diversas fuentes, como informes del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y estudios de consumo energético realizados por autoridades locales.

#### Consumo Energético Total:

La comarca de Alcoi y el Comtat, conocida por su actividad industrial, tiene un consumo energético significativo. Alcoi, como ciudad principal, contribuye considerablemente al consumo total de energía.

Según datos del IVACE, la Comunidad Valenciana, donde se encuentra Alcoi y el Comtat, tiene un consumo energético anual que se distribuye entre electricidad, gas natural, productos petrolíferos y energías renovables.

#### Distribución del Consumo Energético:

**Industria:** El sector industrial es uno de los mayores consumidores de energía en la región. Las industrias manufactureras, textiles, papelera y alimentaria son prominentes en Alcoi y el Comtat.

**Sector Residencial:** Los hogares también representan una porción significativa del consumo energético, especialmente en calefacción y electricidad.

**Sector Servicios:** El sector de servicios, incluyendo comercios, oficinas y servicios públicos, contribuye al consumo energético, aunque en menor medida comparado con la industria.

**Transporte:** El transporte en la región también es un consumidor clave de energía, principalmente a través de combustibles fósiles.

## **Identificación de Sectores con Potencial para el Uso de Biogás**

### Sector Industrial:

Industrias Manufactureras y Textiles: Estas industrias pueden utilizar biogás como fuente de energía térmica para procesos de producción. La sustitución de combustibles fósiles por biogás puede reducir los costes energéticos y las emisiones de carbono.

Industria Papelera y Alimentaria: La industria papelera puede usar biogás para la generación de vapor, mientras que la industria alimentaria puede utilizarlo para cocinar y procesar alimentos.

### Sector Residencial:

Calefacción Doméstica: El biogás puede ser utilizado para calefacción en viviendas, reduciendo la dependencia de gas natural o electricidad.

Cocinas y Calentadores de Agua: Los hogares pueden usar biogás para cocinar y calentar agua, especialmente en áreas rurales donde el acceso a gas natural puede ser limitado.

### Sector Servicios:

Edificios Públicos y Comerciales: Instituciones como hospitales, escuelas y edificios gubernamentales pueden usar biogás para calefacción y generación de electricidad.

Restaurantes y Hoteles: Estos establecimientos pueden utilizar biogás para cocinar y calentar agua, contribuyendo a la sostenibilidad y reducción de costes.

### Sector Agrícola:

Invernaderos y Granjas: Los invernaderos pueden usar biogás para calefacción, mientras que las granjas pueden utilizarlo para la generación de electricidad y como fuente de energía para maquinaria agrícola.

## **Estimación de la Demanda Futura de Biogás:**

Tendencias del mercado energético mediante un análisis de tendencias en la demanda de energía renovable y biogás.

Políticas y subsidios mediante el impacto de políticas gubernamentales y subsidios en la promoción del uso de biogás.

La demanda de biogás en España ha estado creciendo en los últimos años, impulsada por políticas de sostenibilidad, la transición energética y la necesidad de gestionar residuos de manera más eficiente. A continuación, se presenta una visión general de la demanda actual de biogás en España.

España ha incrementado su capacidad de producción de biogás en las últimas dos décadas, con un número creciente de plantas de biogás, principalmente en el sector agroindustrial y en instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Según datos de la Asociación Española de Biogás (AEBIG), en 2021 había más de 200 plantas de biogás operativas en España, con una producción de biogás que ronda los 2,5 teravatios hora (TWh) al año.

## **Demanda Sectorial**

### Sector Industrial:

Industria Alimentaria y Agroindustrial: Grandes generadores de residuos orgánicos que pueden ser utilizados para la producción de biogás. La industria utiliza biogás para procesos de calentamiento y generación de energía.

Tratamiento de Residuos y Aguas Residuales: Plantas de tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos sólidos urbanos están utilizando cada vez más biogás como fuente de energía renovable.

### Sector Energético:

Generación de Energía Renovable: La integración del biogás en la matriz energética nacional contribuye a los objetivos de energía renovable y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Proyectos de Energía Distribuida: Pequeñas plantas de biogás en áreas rurales apoyan la generación de energía distribuida, promoviendo la autosuficiencia energética.

### Sector Transporte:

Biometano para Vehículos: Aunque en una etapa inicial, el uso de biometano como combustible para vehículos está ganando interés, especialmente en el transporte público y la logística.

El biogás se utiliza principalmente como una fuente de energía renovable y sostenible en diversas aplicaciones. Puede ser quemado en motores de combustión interna para generar electricidad, conectados a generadores que alimentan la red eléctrica o proporcionan energía local. Además, se emplea en sistemas de calefacción y refrigeración, tanto en calderas para calefacción como en sistemas de absorción para refrigeración. En aplicaciones domésticas y comerciales, se usa en estufas, hornos y calentadores de agua. También se purifica para ser utilizado como combustible vehicular, como gas natural comprimido (GNC).

Otra aplicación importante es la producción de biometano de alta pureza, que puede inyectarse en la red de gas natural. Finalmente, el digestato resultante del proceso de digestión anaeróbica del biogás se aprovecha como fertilizante en la agricultura. Estos diversos usos convierten al biogás en una opción versátil y ambientalmente amigable para la gestión de residuos orgánicos y la producción de energía, contribuyendo significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentando la economía circular.

## **Datos Relevantes y Ejemplos**

Estudios Regionales: Un estudio del IVACE sobre el potencial de las energías renovables en la Comunidad Valenciana señala que el biogás tiene un potencial significativo en áreas rurales y semiurbanas como Alcoi y el Comtat.

Proyectos Piloto: Existen ejemplos de proyectos piloto en la Comunidad Valenciana donde el biogás se ha utilizado con éxito en industrias y granjas, demostrando su viabilidad y beneficios económicos.

Iniciativas Locales: La Mancomunidad de Alcoi y el Comtat ha mostrado interés en proyectos de economía circular y sostenibilidad, lo que puede facilitar la implementación de una planta de biogás y su integración en la matriz energética regional.

La demanda de biogás en la región de Alcoi y el Comtat puede ser significativa, especialmente en el sector industrial y residencial. La implementación de una planta de biogás no solo contribuirá a la sostenibilidad y reducción de emisiones, sino que también puede ofrecer beneficios económicos al reducir los costes energéticos para las industrias y los hogares. Es crucial continuar con estudios detallados y colaboraciones con actores locales para asegurar el éxito del proyecto.

## **Oferta de Residuos Orgánicos**

### **Estimación de la Cantidad y Calidad de Residuos Disponibles**

#### -Fuentes de Residuos Orgánicos:

Industria Alimentaria: Genera una cantidad considerable de residuos orgánicos como restos de frutas, verduras, cáscaras, y subproductos de procesado de alimentos.

Agricultura y Ganadería: Residuos agrícolas (paja, restos de cosechas) y estiércol de ganado.

Sector Doméstico: Residuos orgánicos de hogares, incluyendo restos de alimentos y jardines.

Sector Servicios: Residuos orgánicos de restaurantes, hoteles, mercados y supermercados.

#### - Calidad de los Residuos:

Contenido de Materia Orgánica: Medición de la fracción biodegradable de los residuos.

Composición: Análisis químico para determinar la composición (carbohidratos, grasas, proteínas) y contenido de humedad.

Contaminantes: Identificación de posibles contaminantes que puedan afectar el proceso de digestión anaerobia.

## **6.2 Análisis de la estacionalidad y variabilidad en la generación de residuos**

### Estacionalidad:

Agricultura: Los residuos agrícolas muestran una alta estacionalidad, correlacionada con los ciclos de cultivo. Por ejemplo, la poda y la cosecha generan picos de residuos en ciertas épocas del año.

Industria Alimentaria: La producción de residuos puede variar según la temporada de producción de diferentes productos alimenticios.

#### Variabilidad:

Sector Doméstico y Servicios: La generación de residuos orgánicos puede variar según los hábitos de consumo y eventos estacionales (festividades, vacaciones).

Monitoreo Continuo: Implementación de sistemas de monitoreo continuo para registrar y analizar las variaciones en la generación de residuos.

### **6.3 Estudio de competencia**

#### -Plantas de Biogás Existentes y Proyectadas:

Identificación de Plantas Actuales: Revisión de registros de la Comunidad Valenciana y el IVACE para identificar plantas de biogás operativas en la región.

Proyectos en Desarrollo: Análisis de proyectos de biogás en fase de planificación o construcción, con información obtenida de permisos ambientales y licencias de construcción.

#### -Capacidades y Tecnologías Utilizadas:

Capacidad de Producción: Análisis de la capacidad de producción de biogás (m<sup>3</sup>/día) de las plantas existentes.

Tecnologías: Evaluación de las tecnologías de digestión anaerobia utilizadas (digestores, sistemas de pretratamiento, etc.).

Eficiencia y Sostenibilidad: Comparación de la eficiencia de producción y sostenibilidad de las diferentes tecnologías.

### **6.4 Proyecciones de mercado**

#### **Estimaciones de Crecimiento**

#### - Proyección del Crecimiento en la Generación de Residuos Orgánicos:

Factores de Crecimiento: Consideración de factores como el crecimiento poblacional, expansión industrial y políticas ambientales que afectan la generación de residuos.

Modelos de Proyección: Utilización de modelos estadísticos para proyectar el crecimiento de residuos orgánicos en los próximos 10-20 años.

#### **Políticas y Regulaciones**

#### - Incentivos y Subvenciones:

Planes Nacionales y Regionales: El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y otras iniciativas regionales apoyan el desarrollo de biogás con objetivos claros de producción y consumo de biogás para 2030.

Subvenciones y Ayudas: Existen diversas subvenciones y ayudas financieras a nivel europeo, nacional y regional para apoyar proyectos de biogás.

- Normativas y Estándares:

Inyección en la Red de Gas: Normativas específicas para la inyección de biometano en la red de gas natural, estableciendo estándares de calidad y seguridad.

Regulación Ambiental: Normativas que promueven la gestión sostenible de residuos y la producción de biogás como alternativa a la eliminación de residuos orgánicos.

**Datos y Proyecciones**

- Crecimiento Proyectado:

Proyecciones de Producción: Se espera que la producción de biogás en España aumente significativamente en los próximos años, impulsada por inversiones en nuevas plantas y tecnologías de biogás.

Demanda de Biogás: La demanda de biogás está proyectada a crecer a medida que más industrias y sectores adoptan el biogás como fuente de energía renovable.

**6.5 Análisis económico**

- Modelado Financiero del Proyecto:

Inversiones Iniciales: Estimación de costes de adquisición de terrenos, construcción de la planta, equipos y permisos.

Costes Operativos: Cálculo de costes operativos anuales, incluyendo mantenimiento, mano de obra, insumos y energía.

Ingresos Esperados: Proyección de ingresos por la venta de biogás y subproductos (digestato, electricidad, etc.).

- Evaluación del Impacto Económico y Social:

Impacto en la Economía Local: Análisis de la creación de empleos directos e indirectos y el efecto multiplicador en la economía local.

Beneficios Ambientales y Sociales: Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mejor gestión de residuos y contribución a la sostenibilidad regional.

Este análisis detallado de la oferta de residuos orgánicos, competencia y sustitutos, y proyecciones de mercado proporciona una base sólida para evaluar la viabilidad de una planta de biogás en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat. Con los datos y metodologías adecuadas, se puede diseñar un proyecto que no solo sea económicamente viable, sino que también promueva la sostenibilidad y el desarrollo local.

## 7. DIMENSIONADO Y DISEÑO DE LA PLANTA DE BIOGÁS

### 7.1 Ecuaciones para el diseño de planta

#### Modelado de la Producción de Biogás

##### 1. Ecuaciones de Producción:

- Desarrollo de ecuaciones para estimar la producción de biogás a partir de diferentes tipos de residuos orgánicos.

$$Q = k \cdot \sum_{i=1}^n (Ri \cdot Bi) \quad (1)$$

Donde:

- $Q$  = cantidad de biogás producido
- $k$  = coeficiente de producción (dependiente de la eficiencia del proceso)
- $Ri$  = cantidad del residuo  $i$
- $Bi$  = factor de biogás del residuo  $i$

##### 2. Validación de Ecuaciones:

- Comparación de resultados teóricos con datos experimentales y de campo.
- Ajustes en los coeficientes y factores para mejorar la precisión del modelo.

#### Ecuaciones de Balance de Masa y Energía

##### 1. Balance de Masa:

- Modelado del flujo de entrada y salida de materiales en la planta de biogás.

$$\sum_{entrada} Ri = \sum_{entrada} Pj + \sum_{entrada} Dk \quad (2)$$

Donde:

- $Ri$  = residuos entrantes
- $Pj$  = productos (biogás, digestato, etc.)
- $Dk$  = desechos no convertidos

## 2. Balance Energético:

- Modelado del consumo y producción de energía en la planta.

$$E_{neto} = E_{producción} - E_{consumo} \quad (3)$$

Donde:

- $E_{neto}$  = energía neta producida
- $E_{producción}$  = energía producida en forma de biogás
- $E_{consumo}$  = energía consumida en el proceso (motores, calefacción, etc.)

## Optimización de Procesos

### 1. Ecuaciones de Optimización:

- Uso de técnicas de optimización matemática para maximizar la eficiencia de la planta.

$$\max Z = \sum_{j=1}^m (P_j \cdot C_j) \quad (4)$$

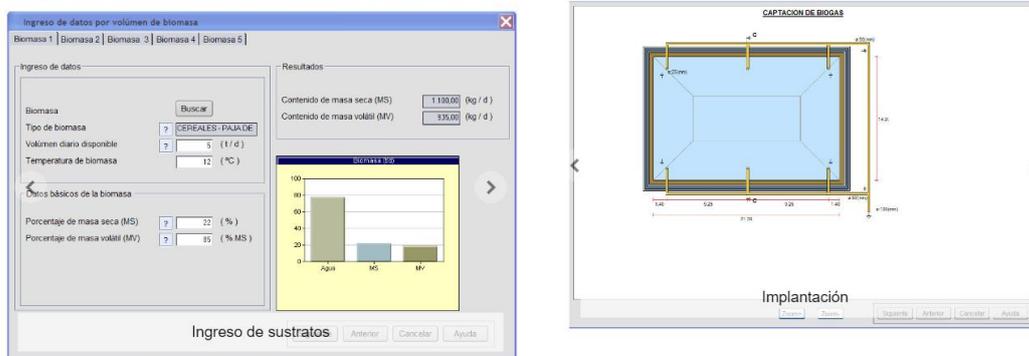
Donde:

- $Z$  = objetivo a maximizar (eficiencia, rentabilidad, etc.)
- $P_j$  = parámetro del proceso  $j$  (temperatura, tiempo de residencia, etc.)
- $C_j$  = coeficiente de importancia del parámetro  $j$

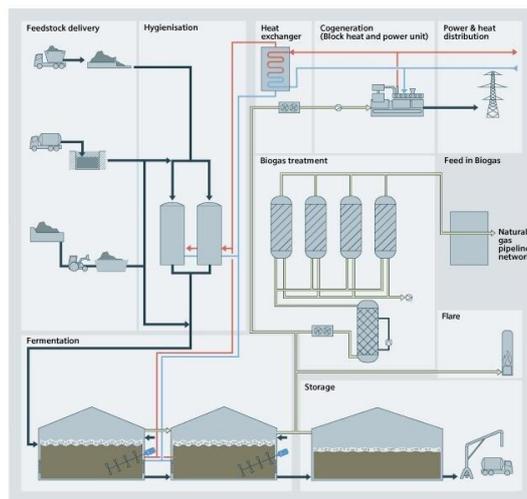
### 2. Simulación y Modelado:

- Simulación del proceso utilizando software especializado (Figura 8 y Figura 9).
- Análisis de diferentes escenarios y condiciones operativas.

## SOFTWARE BIODIGESTOR-PRO

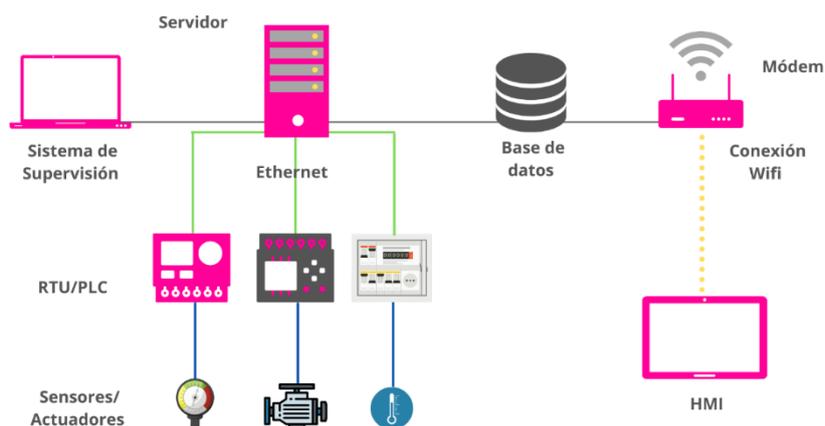


**Figura 8. Software para simulación y modelado de biogás.**  
**Fuente: Software. (s. f.). biogás - Biodigestores - Plantas de Biogás.**



**Figura 9. Software para simulación y modelado de biogás.**

**Fuente:** Fig. 2. Proceso completo. (s. f.).



**Figura 10. Sistemas SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de datos)**

**Fuente:** Noblejas, D. (2021, 21 septiembre).

La implementación de un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) en la planta de biogás es esencial para optimizar su operación y eficiencia. SCADA (Véase Figura 10), permite la monitorización y control en tiempo real de los procesos, facilitando la gestión precisa de variables críticas como temperatura, presión y composición del biogás. Esto no solo mejora la seguridad y la eficiencia del sistema, sino que también permite la detección temprana de fallos y la realización de ajustes automáticos, reduciendo tiempos de inactividad y costes operativos. Además, el análisis de datos históricos proporcionado por SCADA ayuda a mejorar el rendimiento y la toma de decisiones estratégicas, garantizando una operación más fiable y rentable.

## 7.2 Diseño

Principalmente el diseño que se lleva a cabo en el proyecto es el digestor de biogás, para ello se necesita saber cuántas toneladas de residuos se manejan habitualmente en la zona de la Mancomunidad. Teniendo en cuenta noticias recientes (*Peidró, L. (2021, 18 abril)*) Alcoi genera una media de 55,6 toneladas de basura diarias, por lo tanto y teniendo en cuenta que la simbiosis industrial en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat generen éste número:

### Datos Iniciales

1. Total de residuos generados en Alcoi: 55,6 toneladas/día.
2. Porcentaje de residuos orgánicos efectivos: 40% (0.40).
3. Conversión de residuos orgánicos a biogás: 1 tonelada de residuos orgánicos puede producir aproximadamente 150 m<sup>3</sup> (150,000 litros) de biogás.

### Cálculos

1. Cantidad de residuos orgánicos diarios:

Primero, determinamos la cantidad de residuos orgánicos efectivos a partir del total de residuos generados:

$$\text{Residuos Orgánicos} = 55.6 \text{ toneladas/día} \times 0.40 = 22.24 \text{ toneladas/día} \quad (5)$$

2. Producción de biogás diaria:

Luego, calculamos la producción de biogás diaria a partir de los residuos orgánicos:

$$\text{Producción de Biogás} = \frac{22.24 \text{ toneladas}}{\text{día}} \times \frac{150,000 \text{ L}}{\text{tonelada}} = \frac{3,336,000 \text{ L}}{\text{día}} \quad (6)$$

3. Producción de biogás por hora:

Finalmente, calculamos la producción horaria de biogás dividiendo la producción diaria entre el número de horas en un día:

$$\text{Producción de Biogás por Hora} = \frac{3,336,000 \text{ L/día}}{24 \text{ horas/día}} = \frac{139,000 \text{ L}}{\text{hora}} \quad (7)$$

### Capacidad del digestor

Para manejar esta producción de biogás, el digestor debe tener una capacidad mínima de:

$$\text{Capacidad Requerida del Digestor} \geq 139,000 \text{ L/h} \quad (8)$$

### Ejemplo con digestores de 50,000 L/h

Si eliges digestores con una capacidad de 50,000 L/h, necesitarías:

$$\text{Número de Digestores} = \frac{139,000 \text{ L/h}}{50,000 \text{ L/h/digestor}} \approx 2.78 \quad (9)$$

### Decisión del diseño

Para procesar 55,6 toneladas de residuos diarios en Alcoi, considerando que solo el 40% son residuos orgánicos efectivos, se necesita un sistema de digestores con una capacidad total de al menos 139,000 L/h. Esto podría ser configurado con:

- **3 digestores de 50,000 L/h cada uno.**

Para la mancomunidad de Alcoi, manejar 22.4 toneladas de residuo orgánico efectivo diariamente con tres digestores de 50,000 L/h cada uno es una decisión acertada por varias razones. Estos digestores, con una capacidad combinada de 150,000 litros, permitirían un procesamiento eficiente y continuo de los residuos, asegurando que se gestione todo el volumen de desechos orgánicos generados. Dado que cada digestor maneja 50,000 litros por hora, el sistema es capaz de procesar un gran volumen de residuos en un tiempo relativamente corto, lo que es crucial para mantener un flujo constante y evitar acumulaciones, esto garantizará que se pueda manejar eficientemente la producción de biogás sin riesgo de sobrecargar el sistema.

Además, la producción de biogás de esta magnitud puede proporcionar una fuente significativa de energía renovable para la comunidad, reduciendo la dependencia de fuentes de energía fósiles y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. El diseño de la planta con tres digestores también ofrece flexibilidad operativa, permitiendo mantenimiento y reparaciones sin detener completamente el proceso de digestión, lo que mejora la eficiencia y la fiabilidad del sistema en su conjunto.

### 7.3 Dimensionado de la planta

En cuanto al dimensionamiento de la planta de biogás se ha seguido la siguiente metodología:

#### 7.3.1 Capacidad del digestor

##### Producción de Biogás Anual:

- Capacidad del digestor: 50,000 L/h (50 m<sup>3</sup>/h)
- Horas de operación anual: 8000 horas (suposición de operación continua)

$$\text{Volumen Anual de Biogás} = \frac{50 \text{ m}^3}{\text{h}} \times 8000 \text{ horas} = \frac{400.000 \text{ m}^3}{\text{año}} \quad (10)$$

$$\text{Volumen Anual de Biogás} = 3 \text{ Digestores} \times \frac{400.000 \text{ m}^3}{\text{año}} = 1.200.000 \text{ m}^3/\text{año} \quad (11)$$

### Producción de Biogás Anual:

Utilizando la misma suposición de mezcla de sustratos que promedien 50 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada de materia seca:

$$\text{Cantidad de Sustrato Requerido} = \frac{400.000 \text{ m}^3/\text{año}}{50 \text{ m}^3/\text{tonelada}} = 8.000 \text{ ton/año de materia seca} \quad (12)$$

$$\text{Cantidad de Sustrato Real} = 55,6 \frac{\text{ton}}{\text{día}} \times 0,4 \text{ efectivo} = 22,24 \frac{\text{ton}}{\text{día}} \quad (13)$$

$$\text{Cantidad de Sustrato Real} = 22,24 \frac{\text{ton}}{\text{día}} \times 365 \text{ días} = 8.117,6 \text{ ton/año de materia seca} \quad (14)$$

$$\text{Cantidad de Sustrato Real} > \text{Cantidad de Sustrato Requerido} \quad (15)$$

La producción de biogás depende del tipo de residuos y de la eficiencia del proceso. Se va a suponer que el sustrato produce 0.5 m<sup>3</sup> de biogás por kg de sólidos volátiles (SV) degradados, y que la concentración de SV en los residuos es de 8% ya que es lo más común en biogás.

### Volumen de Entrada Diaria

El volumen de entrada diaria se calcula dividiendo el volumen total del digestor por el tiempo de retención:

$$\text{Volumen de entrada diaria} = \frac{\text{Volumen total}}{\text{TRH}} = \frac{150.000 \text{ L}}{20 \text{ días}} = 7.500 \frac{\text{L}}{\text{día}} \quad (16)$$

### Cantidad de Residuos

Si la densidad del residuo es aproximadamente 1 kg/L, el peso de los residuos diarios sería:

$$\text{Peso de residuos diarios} = 7.500 \text{ kg/día} \quad (17)$$

### Sólidos Volátiles (SV)

$$\text{SV diarios} = 7.500 \text{ kg/día} \times 8\% = 600 \text{ kg SV/día} \quad (18)$$

### Producción de Biogás

$$\text{Producción diaria de biogás} = 600 \text{ kg SV/día} \times 0,5 \text{ m}^3/\text{kg SV} = 300 \text{ m}^3/\text{día} \quad (19)$$

### Almacenamiento de Biogás

El almacenamiento de biogás debe considerar la producción diaria y un margen de seguridad. Supongamos que queremos almacenar biogás para 3 días:

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 300 \text{ m}^3/\text{día} \times 3 \text{ días} = 900 \text{ m}^3 \quad (20)$$

### 7.3.2 Volumen del digestor

El volumen del digestor depende del tiempo de retención (días que el material permanece en el digestor) y la tasa de carga orgánica (cantidad de materia seca por m<sup>3</sup> de volumen del digestor por día).

- Tiempo de retención: Generalmente entre 20-30 días.
- Tasa de carga orgánica: 3-5 kg de materia seca/m<sup>3</sup>/día.

Supongamos un tiempo de retención de 20 días y una tasa de carga orgánica de 4 kg/m<sup>3</sup>/día.

Volumen de los digestores necesarios:

$$\text{Volumen de los digestores} = 3 \times 50.000 \frac{L}{H} \approx 150 \text{ m}^3 \quad (21)$$

### 7.3.3 Dimensiones de los digestores

Asumimos que los digestores tienen forma cilíndrica. El volumen de un cilindro se calcula como:

$$V = \pi \times r^2 \times h \quad (22)$$

donde V es el volumen, r es el radio y h es la altura del cilindro. Podemos elegir la altura h y calcular el radio r.

#### Suposición: Altura del Digestor (h)

Se va a suponer una altura de 6 metros, que es una altura razonable para un digestor de biogás.

$$50 = \pi \times r^2 \times 6 \quad (23)$$

- Resolviendo para r:

$$r^2 = \frac{50}{\pi \times 6} \quad (24)$$

$$r^2 = \frac{50}{18.85} \quad (25)$$

$$r^2 \approx 2.65 \quad (26)$$

$$\text{Radio} = \sqrt{\frac{50 \text{ m}^3}{\pi \times 6 \text{ m}}} \approx 1.63 \text{ m} \quad (27)$$

$$\text{Diámetro} = 2 \times \text{Radio} \approx 3.26 \text{ m} \quad (28)$$

Por lo tanto, las dimensiones de cada digestor son:

- **Altura (h):** 6 metros
- **Radio (r):** 1.63 metros
- **Diámetro (d):** 3.26 metros

### 7.3.4 Dimensionamiento del terreno para los digestores

Debemos considerar espacio adicional para la operación y mantenimiento alrededor de cada digestor. Supongamos que necesitamos un espacio libre de 1 metro alrededor de cada digestor.

El área de cada digestor con el espacio adicional se puede calcular como:

$$\text{Diámetro total} = 3.26 \text{ m} + 2 \times 1 \text{ m} = 5.26 \text{ m} \quad (29)$$

$$\text{Área ocupada por cada digestor} = (\text{Diámetro total})^2 = 5.262 \approx 27.7 \text{ m}^2 \quad (30)$$

Para tres digestores:

$$\text{Área total para digestores} = 3 \times 27.7 \text{ m}^2 = 83.1 \text{ m}^2 \quad (31)$$

### 7.3.5 Área total necesaria

Además de los digestores, necesitamos espacio para:

#### Sistemas Adicionales

- Sistemas de alimentación: Equipos para la introducción de sustrato en el digestor.
- Sistemas de agitación: Para mezclar el contenido del digestor y mantener condiciones homogéneas.
- Sistemas de calefacción: Para mantener la temperatura óptima del proceso de digestión.
- Sistema de almacenamiento de biogás: Tanques o bolsas para almacenar el biogás producido.
- Sistema de tratamiento de digestato: Para procesar el digestato y obtener fertilizante.
- Generador: Ya que se utiliza el biogás para generar electricidad.
- Instalaciones de servicio (oficinas, baños, etc.)
- Vías de acceso y operación
- Área de seguridad y mantenimiento

#### Suposición para otras infraestructuras

- Área para almacenamiento de biogás: 50 m<sup>2</sup>
- Área para sistemas de tratamiento: 50 m<sup>2</sup>
- Área para instalaciones de servicio: 30 m<sup>2</sup>
- Área para vías de acceso y operación: 100 m<sup>2</sup>
- Área de seguridad y mantenimiento: 50 m<sup>2</sup>

Sumando todas las áreas:

$$\text{Área total necesaria} = 83.1 \text{ m}^2 + 50 \text{ m}^2 + 50 \text{ m}^2 + 30 \text{ m}^2 + 100 \text{ m}^2 + 50 \text{ m}^2 = 363.1 \text{ m}^2$$

#### 7.3.6 Resumen del dimensionamiento

- Volumen total de digestores: 150,000 L (150 m<sup>3</sup>)
- Volumen de entrada diaria: 7,500 L/día
- Producción diaria de biogás: 300 m<sup>3</sup>/día
- Volumen de almacenamiento de biogás: 900 m<sup>3</sup>
- Volumen de cada digestor: 50 m<sup>3</sup>
- Dimensiones de cada digestor: Diámetro ≈ 3.26 m, Altura ≈ 6 m
- Área total para digestores: ≈ 83.1 m<sup>2</sup>
- Área total necesaria para la planta de biogás: ≈ 363.1 m<sup>2</sup>

Estimación al alza del área total por posibles fluctuaciones en el espacio ≈ 400 m<sup>2</sup>

#### Espacio adicional requerido:

- Espacio para Caminos y Áreas de Trabajo: Se recomienda dejar un espacio adicional alrededor de los digestores para permitir el acceso de vehículos y equipos, así como áreas de trabajo para el personal.
- Distancias de Seguridad: Cumplir con las normativas de seguridad que puedan requerir ciertas distancias mínimas.
- Zonas de Almacenamiento: Áreas para almacenar sustratos, materiales auxiliares y productos derivados.

#### 7.4 Selección del digestor

La elección de un digestor procedente de China para la planta de biogás en la Figura 11 para este proyecto se fundamenta en varias ventajas significativas. Este tipo de digestores, a un coste aproximado de 111.722€ por unidad, el cual incluye los gastos de envío ya que más de dos unidades es un precio reducido el cual se estipula anteriormente e incluye gastos de transporte.

El digestor ofrece tecnología probada y eficiente que ha demostrado su efectividad en numerosas instalaciones alrededor del mundo. La decisión de escoger el digestor seleccionado de la Figura 12 para el proyecto se respalda en la reputación de China, en la fabricación de equipos avanzados y en la capacidad del digestor para manejar eficientemente una amplia gama de sustratos orgánicos, desde estiércol hasta residuos agroindustriales. Además, su diseño robusto y su capacidad para operar con alta eficiencia energética hacen de este digestor una elección económica y ambientalmente responsable, contribuyendo así a la sostenibilidad del proyecto de biogás en términos de rendimiento, coste e impacto ambiental.



**Figura 11. Elección del digestor para la planta de biogás.**

**Fuente:** Price biogas Generator for Sale Product on Alibaba.com. (s. f.).



**Figura 12. Digestor seleccionado para el proyecto.**

**Fuente:** Price biogas Generator for Sale Product on Alibaba.com. (s. f.).

Las características del digestor son fundamentales para el diseño y la implementación eficaz de una planta de biogás, tal como se pueden comprobar en la Figura 12. Estas características determinan la eficiencia del proceso de digestión anaeróbica, influyendo directamente en la capacidad de conversión de residuos orgánicos en biogás y en la calidad del producto final.

Aspectos como el tamaño, el material de construcción, la temperatura de operación y el tiempo de retención impactan en la estabilidad del proceso, la producción de metano y la gestión de los subproductos.

Además, un digestor bien diseñado puede maximizar la eficiencia energética, reducir costes operativos y mejorar la sostenibilidad ambiental del sistema.

Por lo tanto, comprender y optimizar estas características es crucial para asegurar el éxito y la viabilidad económica de la planta de biogás en el marco de una red de simbiosis industrial.

Industrias aplicables	Hoteles en, Material de construcción de tiendas, Planta de fabricación, Alimentos y Bebidas de la fábrica, Obras de construcción, Energía y Minería, Empresa de publicidad
Exposición de ubicación	Egipto, Los Estados Unidos, Rusia, Kenya, Emiratos Árabes Unidos, Argelia
Video saliente de inspección	Siempre
: Informe de prueba	Siempre
Marketing tipo	Producto ordinario
Garantía de los componentes principales.	2 años
Los componentes principales.	De la bomba, Placa de acero fundida vidrio, Panel recubierto de vidrio
Lugar del origen	Jiangsu, China
Garantía	1 año
Productividad	50000L/hora
Peso (KG)	10000 kg
Condición	Nuevo
Marca	HG
Material	Palé de madera
Peso	1T-100T
Tamaño	1M-100m
Potencia	Según el Plan Real
Nombre del producto	Tanque esmaltado ensamblado
Espesor del revestimiento	0,25 ~ 0,40mm
Resistencia al ácido y álcali	Revestimiento estándar: ~ 11 pH3, revestimiento especial: pH1 ~ 14
Vida	Más de 30 años
Fuerza adhesiva	3450n/CM
Permeabilidad	Gas y Líquidos Impermeables
Limpieza	Fácil a la limpieza, antiadherente, brillante
Resistencia a la corrosión	Excelente para las aguas residuales, agua salada concentrada,

**Figura 13. Características generales del digestor para la producción de biogás.**

**Fuente:** Price biogas Generator for Sale Product on Alibaba.com. (s. f.).

Se escoge este producto ya que la capacidad de producción de 150000 L /H, dividida en tres digestores de 50000 L/H (véase Figura 13), de biogás, teniendo en cuenta las dimensiones de Alcoi y El Comtat, se consideran suficientes.

### **Ajustes y consideraciones específicas**

Topografía del Sitio: Es importante considerar la topografía del terreno para optimizar la ubicación de los digestores y asegurar un drenaje adecuado.

Accesos y Servicios: Se ha de tener acceso adecuado para vehículos de carga, así como acceso a servicios como electricidad, agua y gas para el proceso de biogás.

Regulaciones Locales: Verificar que el diseño cumpla con todas las regulaciones locales y normativas ambientales.

### **Decisión final**

El área total aproximada necesaria para una planta de biogás con tres digestores, incluyendo espacio adicional para caminos y áreas de trabajo, sería de aproximadamente 400 metros cuadrados. Este cálculo proporciona una base sólida para comenzar el diseño del terreno, pero se recomienda consultar con un experto en biogás para ajustar estos cálculos según las condiciones específicas del sitio y los requisitos del proyecto.

Comprar una planta de biogás prácticamente diseñada para un área de proyecto específico puede ofrecer varios beneficios significativos para el proyecto designado el cual dispone de una parcela de 1599 a 10000 m<sup>2</sup>. Aquí la explicación del por qué:

Ahorro de Tiempo y Costes de Diseño: Al adquirir una planta de biogás con planos prediseñados, se elimina la necesidad de iniciar el diseño desde cero. Esto no solo acelera el proceso de implementación del proyecto, sino que también reduce los costes asociados con la contratación de diseñadores y consultores para crear los planos desde el inicio. En un área de proyecto de 400 m<sup>2</sup>, donde cada metro cuadrado cuenta, optimizar el diseño desde el principio puede maximizar el uso del espacio disponible.

Reducción de Errores de Diseño: Los planos prediseñados suelen estar basados en la experiencia y mejores prácticas del sector. Esto minimiza el riesgo de errores de diseño que podrían surgir al crear un proyecto completamente nuevo. Además, al comprar una planta de biogás probada y diseñada, se aprovechan los aprendizajes de implementaciones anteriores, lo cual puede resultar en una operación más fluida y menos problemas durante la fase de construcción y puesta en marcha.

Facilidad en la Obtención de Permisos y Aprobaciones: Algunas jurisdicciones pueden tener requisitos específicos para la construcción y operación de plantas de biogás. Al utilizar planos prediseñados de una planta que ya ha sido implementada en otros lugares, es posible que el proceso de obtención de permisos y aprobaciones sea más sencillo y rápido, ya que los documentos y especificaciones técnicas estarán bien estructurados y documentados.

En resumen, comprar una planta de biogás con planos ya hechos para un área de proyecto de 400 m<sup>2</sup> en una parcela puede proporcionar beneficios significativos en términos de ahorro de costes, optimización del espacio, reducción de errores de diseño y facilitación de la obtención de permisos. Esto permite a los inversores y desarrolladores centrarse más en la operación efectiva y rentable del proyecto desde el principio.

Se ha seleccionado el plano correspondiente a una planta ya diseñada de biogás la cual se compone de tres digestores , compresor para accionadores de válvulas, bomba y agitador que es lo que se necesita para crear una planta pequeña de 400 m<sup>2</sup>.

La infraestructura necesaria para la viabilidad económica de una planta de biogás puede oscilar entre 92,000 € y 276,000 €, según el software Arquímedes. Esta variabilidad en los costes se debe a varios factores críticos. En primer lugar, el tamaño y la capacidad de la planta juegan un papel fundamental. Una planta más grande que procese mayores volúmenes de residuos requerirá una infraestructura más extensa y robusta, lo que incrementará los costes.

Esto incluye la construcción de tanques de fermentación, áreas de almacenamiento de residuos, instalaciones de pretratamiento, y sistemas de control y monitoreo.

Además, la localización de la planta influye significativamente en los costes de infraestructura. La preparación del terreno, la accesibilidad al sitio y la conexión a redes de servicios públicos (agua, electricidad, gas) pueden variar considerablemente según la ubicación específica. Zonas rurales pueden presentar desafíos logísticos y de transporte, mientras que, en áreas urbanas, los costes de terrenos y permisos pueden ser más altos. El software Arquímedes toma en cuenta estas variables al estimar los costes, proporcionando un rango que refleja diferentes escenarios de implementación.

En cuanto a los equipos adicionales, los costes estimados entre 46,000 € y 138,000 € responden a la necesidad de equipamiento especializado para el óptimo funcionamiento de la planta de biogás. Estos equipos incluyen sistemas de mezclado, bombas, sensores y dispositivos de monitoreo, sistemas de calefacción para mantener las condiciones ideales de fermentación, y equipos de tratamiento de biogás, como desulfuradores y compresores. La calidad y tecnología de estos equipos pueden variar, y optar por tecnología avanzada y de mayor eficiencia puede aumentar los costes iniciales, pero también mejorar el rendimiento y la sostenibilidad a largo plazo.

Además, los costes de equipos adicionales están influenciados por la escala y complejidad de la planta. Una planta que busca maximizar la eficiencia y minimizar los residuos puede invertir en equipos más sofisticados, que, aunque más costosos inicialmente, reducirán los costes operativos y aumentarán la producción de biogás. Arquímedes considera estas diferencias, ofreciendo un rango de costes que permite ajustar el presupuesto según las necesidades y objetivos específicos del proyecto.

Finalmente, los costes reflejados en el software Arquímedes también consideran aspectos como la instalación, el mantenimiento y la capacitación del personal para operar y mantener la planta. La inversión en capacitación y en sistemas de mantenimiento preventivo puede ser crucial para garantizar la operación eficiente y duradera de la planta, evitando costosos tiempos de inactividad y reparaciones. Así, el rango de costes proporcionado abarca no solo la adquisición de equipos, sino también los gastos asociados a la implementación y operación sostenida de la planta de biogás.

## **8. FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA**

El purín generado en las granjas locales de la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat, junto con los residuos no peligrosos del sector agroalimentario, se somete a un proceso de biometanización o digestión anaerobia. Este proceso, en ausencia de oxígeno y mediante la acción de microorganismos, transforma la materia orgánica biodegradable en biogás.

El biogás producido se convierte en energía eléctrica y térmica a través de un proceso de cogeneración. El digestato resultante de la biometanización se utiliza como fertilizante órgano-mineral para el suelo agrícola, reduciendo su impacto ambiental.

### **REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Gracias a la política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, se cumple con 7 proyectos climáticos. Actualmente, se ha logrado una reducción del 70%, frente al 30% exigido a nivel mundial, con el compromiso de alcanzar una reducción del 90% para el año 2020 en proyectos de biogás como este, si a eso le sumamos la simbiosis industrial podría mostrar cifras inigualables.

### **SCADA**

Se utiliza un sistema de automatización (SCADA) para monitorear las plantas de biogás, supervisando su estado y el correcto funcionamiento del motor. Este sistema reduce el riesgo de interrupciones en el suministro eléctrico y térmico a las instalaciones. En caso de fallo, se cuenta con sistemas alternativos.

### **UNIFORMES REGLAMENTARIOS**

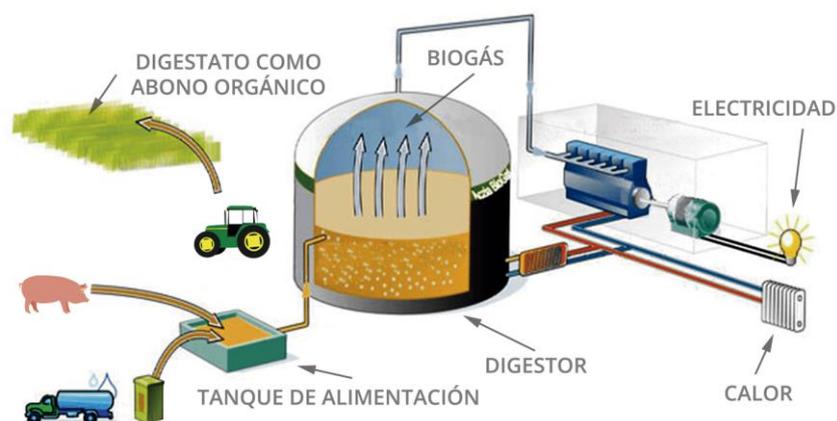
Todo el personal, tanto interno como externo, que realiza actividades en las instalaciones, cuenta con uniformes reglamentarios para su protección e higiene, los cuales son mantenidos y tratados adecuadamente para cada uso.

### **MANTENIMIENTO**

#### **VENTAJAS DE LA PLANTA DE BIOGÁS PARA LAS GRANJAS**

- Autoconsumo de la energía eléctrica y térmica producida por el tratamiento del purín y la gestión de residuos no peligrosos del sector agroalimentario, lo que supone un ahorro en costes energéticos.
- Reducción significativa del uso de combustibles fósiles (gasóleo, petróleo), que son contaminantes para el medio ambiente.
- Disminución de la carga de nitratos gracias al tratamiento del purín y los residuos no peligrosos mediante biometanización.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>) a la atmósfera (Proyectos Clima).
- Estabilización del pH de los residuos tratados.
- Reducción de olores desagradables.
- Disminución del volumen útil de los residuos.
- Higienización de la materia orgánica.

- Reducción del consumo de energías no renovables.
- Uso sostenible de materias primas.

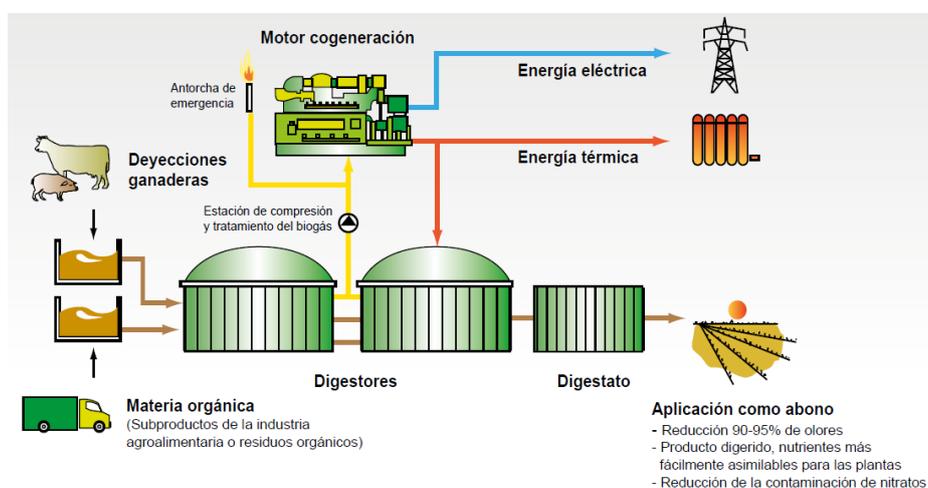


**Figura 14. Funcionamiento de la planta de biogás, transformación en energía.**

**Fuente:** Grupo Sanchiz | BIOGÁS. (s. f.).

La planta de biogás transforma los residuos orgánicos, como los generados en granjas porcinas (Véase Figura 14), los residuos no peligrosos del sector agroalimentario (Empresa La Española) y residuos convencionales de las viviendas que mediante simbiosis industrial llegan a significativas cantidades, en biogás mediante un proceso de digestión anaerobia.

Este biogás se convierte en energía eléctrica y térmica a través de cogeneración en la Figura 15, mientras que el digestato resultante se utiliza como fertilizante órgano-mineral. Este enfoque reduce la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero, además de estabilizar el pH de los residuos, disminuir los olores desagradables y reducir el consumo de energías no renovables, promoviendo un uso sostenible de materias primas.



**Figura 15. Funcionamiento de la planta de biogás.**

**Fuente:** Grupo Sanchiz | BIOGÁS. (s. f.).

## 9. POSIBLES EMPLAZAMIENTOS

### 9.1 Criterios de selección

Proximidad a Fuentes de Residuos: análisis de la distribución geográfica de las industrias generadoras de residuos para garantizar una minimización de costes y tiempo de transporte de residuos, asegurando así la eficiencia del proceso de gestión de residuos.

Accesibilidad y Conexión con Infraestructuras: evaluación exhaustiva de la conectividad con carreteras principales, redes eléctricas y de gas para garantizar un acceso adecuado y sostenibilidad en el largo plazo, además de considerar la disponibilidad de servicios básicos como agua y energía, elementos cruciales para el funcionamiento continuo y eficiente de la instalación.

Impacto Ambiental y Social: evaluación detallada del impacto ambiental potencial en cada emplazamiento, considerando tanto los efectos negativos como positivos sobre el entorno natural y las comunidades locales, junto con un análisis de la aceptación y beneficios sociales del proyecto, asegurando así una integración armónica con la comunidad y cumplimiento con las normativas ambientales vigentes.

Costes de Terreno y Construcción: comparación de costes de adquisición de terrenos, teniendo en cuenta variables como el precio de mercado y posibles costes adicionales relacionados con la compra, además de una evaluación minuciosa de los costes de preparación y construcción en cada sitio, contemplando factores como la topografía, necesidad de nivelación, y otros trabajos preliminares que pudieran influir en el presupuesto total del proyecto.

### 9.2 Análisis de localizaciones potenciales

Identificación de Terrenos: mapeo de terrenos disponibles en Alcoi y el Comtat, mediante un análisis detallado y exhaustivo de viabilidad técnica de cada terreno, que incluye el estudio de la topografía, estabilidad del suelo, accesibilidad y otros factores técnicos que podrían influir en la construcción y operación de la instalación.

Evaluación de Factibilidad: análisis detallado de las ventajas y desventajas de cada emplazamiento potencial, considerando aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, junto con una evaluación de la viabilidad económica y operativa de cada sitio, asegurando que se seleccionen los emplazamientos más adecuados y sostenibles para el proyecto, basándose en una comparación rigurosa de todos los factores involucrados.

Para identificar emplazamientos adecuados para una planta de biogás en la Mancomunidad de Alcoi, Alicante, es fundamental considerar varios factores clave. Entre ellos se encuentran la proximidad a granjas ganaderas, que proporcionan estiércol como sustrato principal para la producción de biogás.

También son relevantes las plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que generan lodos que pueden ser utilizados como otro tipo de sustrato. Las instalaciones agroindustriales son otra opción, dado que producen residuos orgánicos aprovechables. Además, la cercanía a vertederos podría facilitar el acceso a residuos orgánicos depositados.

Los terrenos agrícolas pueden ser utilizados para el cultivo de cultivos energéticos como maíz o sorgo, destinados específicamente para la producción de biogás. La accesibilidad a infraestructura de transporte, como carreteras principales, es crucial para la logística de entrada y salida de materiales y productos.

Es esencial también verificar las normativas locales y ambientales para asegurar el cumplimiento de restricciones de zonificación, emisiones y protección de áreas ambientales sensibles. Un estudio detallado del área, incluyendo evaluaciones de sustratos disponibles y consultas con autoridades locales y expertos en biogás, será fundamental para tomar una decisión informada sobre el emplazamiento más adecuado.

Los posibles emplazamientos para la planta de biogás en la región de Alcoi, incluyendo dentro de la ciudad de Alcoi, Cocentaina o en el Comtat, deben considerarse estratégicamente en función de la proximidad a las fuentes generadoras de residuos orgánicos. Optar por una ubicación cercana a Alcoi sería ideal dado que allí se concentran granjas ganaderas y empresas agroindustriales que podrían proveer consistentemente estiércol y otros residuos orgánicos necesarios para el proceso de digestión anaeróbica. Esta cercanía no solo minimizaría los costes y tiempos de transporte de los sustratos, sino que también reduciría las molestias para los residentes urbanos al limitar el tráfico de vehículos pesados cargados con residuos.

Por otro lado, considerar Cocentaina como emplazamiento también es atractivo, especialmente si la localidad alberga industrias agroalimentarias que puedan colaborar en el suministro de residuos orgánicos. Esto fortalecería la colaboración entre sectores industriales locales y apoyaría la economía circular al convertir los residuos en recursos energéticos renovables.

Asimismo, explorar opciones en el Comtat amplía las posibilidades, ya que esta región podría ofrecer terrenos más amplios y menos densamente poblados, facilitando una operación de biogás más expansiva y menos intrusiva para los residentes locales.

En resumen, la elección del emplazamiento debe equilibrar la proximidad a las fuentes de residuos, la conveniencia logística y el impacto en la comunidad, asegurando así una operación eficiente y sostenible para la planta de biogás lo que se aproxima más hacia la zona de Alcoi.

## **10. TEST DE LOCALIZACIÓN**

La recomendación para la localización de una planta de biogás en la Mancomunidad de Alcoi, Alicante:

### **Tipo de Sustrato Principal: Residuos Orgánicos de Industrias Agroalimentarias**

Esto indica que se prefiere utilizar residuos orgánicos de industrias agroalimentarias como principal sustrato para la producción de biogás.

### **Acceso Crítico: Proximidad a Áreas Industriales**

Se necesitará de estar cerca de áreas industriales, lo cual es importante para facilitar el acceso y la colaboración con industrias agroalimentarias que pueden proveer los residuos orgánicos necesarios.

### **Consideración Importante: Proximidad a Áreas Industriales**

Se valora la proximidad a áreas industriales, lo cual es importante para facilitar el acceso y la colaboración con industrias agroalimentarias que pueden proveer los residuos orgánicos necesarios.

### **Prioridades Normativas y Ambientales: Cumplimiento de Regulaciones de Emisiones y Asegurar la Sostenibilidad del Proceso de Biogás**

Es crucial cumplir con las regulaciones de emisiones para asegurar que la planta opere dentro de los límites ambientales adecuados. Además, la sostenibilidad del proceso de biogás es una prioridad para ti.

### **Infraestructura Crucial: Red de Transporte Público**

Aunque no es directamente relacionado con la operación de la planta de biogás, una buena conexión a la red de transporte público puede facilitar el acceso del personal y potenciales colaboradores a la planta.

### **Factor de Eficiencia Operativa: Disponibilidad Constante de Sustrato**

La disponibilidad constante de residuos orgánicos de industrias agroalimentarias es fundamental para mantener la eficiencia operativa de la planta de biogás.

### **Colaboración Comunitaria Beneficiosa: Colaboración con Industrias Locales**

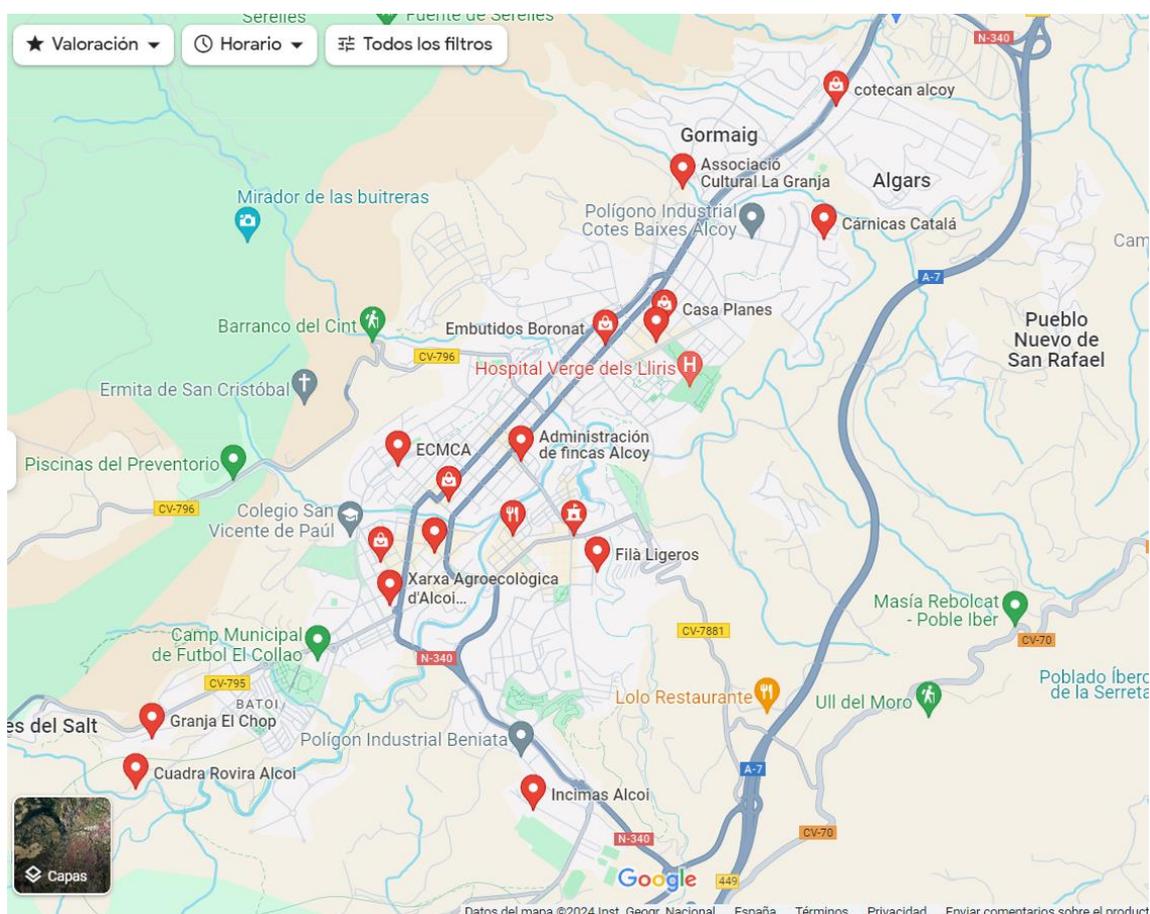
Se considera que colaborar con las industrias locales, especialmente las agroalimentarias, será beneficiosa para el suministro de sustratos y potenciales colaboraciones técnicas y logísticas.

## Objetivo Principal: Generación de Energía Renovable

El principal objetivo al implementar la planta de biogás es la generación de energía renovable, lo cual guía el proyecto en las decisiones más relevantes acerca de diseño y operación de la planta.

### 10.1 Recomendación de localización

Se recomienda buscar un emplazamiento cercano a áreas industriales en la Mancomunidad de Alcoi, preferiblemente donde haya una concentración significativa de industrias agroalimentarias. Esto asegurará un acceso fácil y constante a los residuos orgánicos necesarios para la producción de biogás, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia operativa. Además, se ha de cumplir con todas las regulaciones de emisiones locales y ambientales para operar de manera responsable y sostenible.



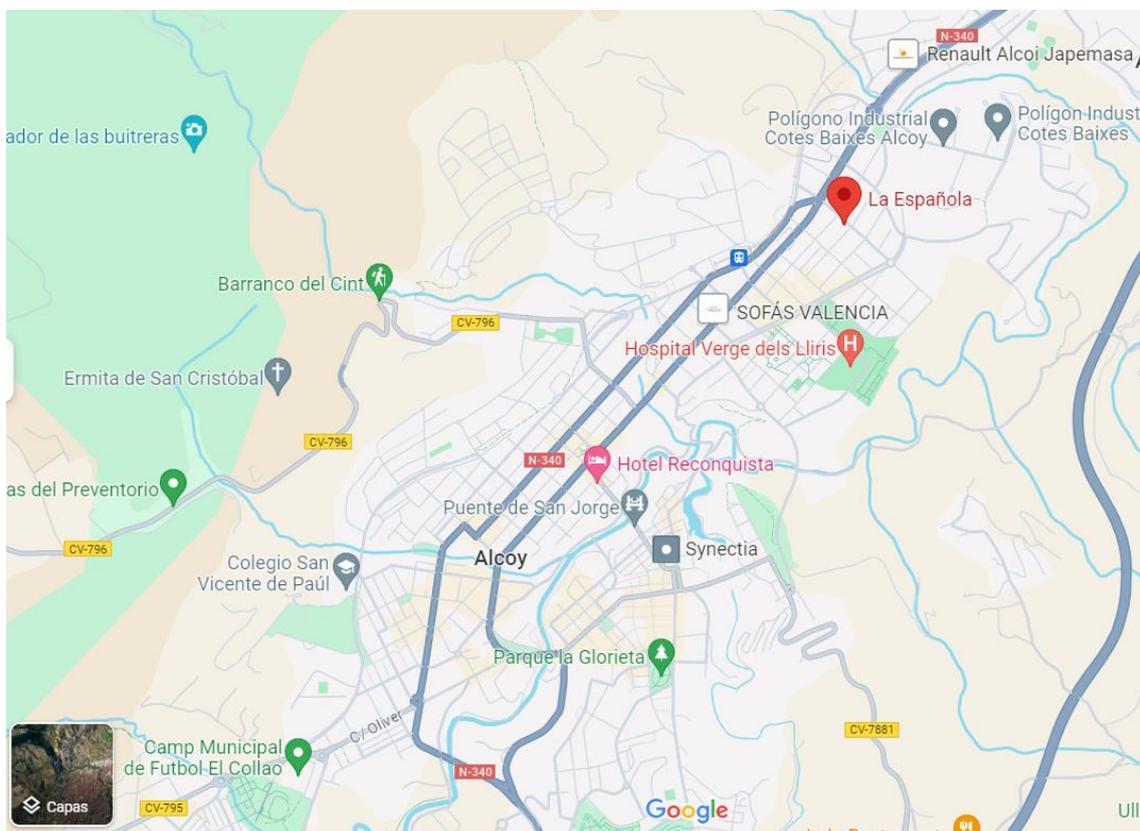
**Figura 16. Ganaderías en la mancomunidad de Alcoi.**

**Fuente: Google Maps.**

Gracias a la proximidad de las ganaderías al centro de Alcoi, como se observa en la Figura 16, la actividad de la planta de biogás se centrará estratégicamente en esta ubicación. Esta cercanía permite aprovechar de manera eficiente el estiércol generado por las ganaderías como sustrato principal para la producción de biogás.

Además, la ubicación en el centro de Alcoi facilita la logística de transporte de los residuos orgánicos hacia la planta y el suministro de energía renovable resultante a áreas urbanas cercanas.

Esta integración no solo promueve la sostenibilidad ambiental al convertir residuos en recursos energéticos, sino que también contribuye positivamente al desarrollo económico local al optimizar el uso de recursos disponibles en la región.



**Figura 17. La española alimentaria alcoyana.**

**Fuente:** Google Maps.

Con la consideración adicional de que La Española, la empresa líder en facturación en el sector de alimentación, también tiene su ubicación en el centro de Alcoi, como se puede observar en la Figura 17, se refuerza aún más la decisión estratégica de centrar la actividad de la planta de biogás en esta zona. Esta proximidad no solo facilita la colaboración directa con La Española para la obtención de residuos orgánicos adecuados para la producción de biogás, sino que también optimiza la eficiencia logística al reducir los tiempos y costes de transporte. Así, la ubicación en el centro de Alcoi no solo aprovecha recursos locales de manera eficiente, sino que también fortalece las sinergias entre sectores industriales clave, promoviendo tanto la sostenibilidad ambiental como el crecimiento económico local.

## 10.2 Matriz de decisión

Criterios de Evaluación: establecimiento de criterios y subcriterios específicos para la evaluación de emplazamientos, asegurando una evaluación integral y precisa de cada opción.

Se realiza la asignación de pesos a cada criterio basado en su importancia relativa, lo que permite una ponderación adecuada de los factores más críticos y relevantes en la toma de decisiones.

Puntuación de Localizaciones: asignación de puntuaciones a cada localización según los criterios previamente definidos, lo que facilita una comparación objetiva y cuantitativa entre las diferentes opciones de emplazamiento.

Uso de una matriz de decisión para calcular la puntuación total de cada emplazamiento, asegurando así una evaluación estructurada y transparente del proceso de selección.

**Tabla 5. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración Propia.**

MATRIZ DE DECISION					SOLUCION
	Criterios	COSTE	IA	TE	
Alternativas	Pesos	0,58	0,31	0,11	
	A	0,72	0,59	0,58	0,66621595
	B	0,19	0,26	0,19	0,21277855

**Tabla 6. Ratio de inconsistencia. Fuente: Elaboración Propia.**

Ratio inconsistencia		
CI	0,0557319	
CIA	0,58	
RI	0,0960894	>0.05

## 10.3 Resultados del test de localización

Selección del Emplazamiento Óptimo: identificación del emplazamiento con la mayor puntuación total, basado en la matriz de decisión, lo que permite determinar de manera clara y justificada cuál es la mejor opción disponible. Análisis de sensibilidad para validar la robustez de la decisión, asegurando que la elección del emplazamiento óptimo se mantenga sólida y consistente ante posibles variaciones en los pesos de los criterios o en las condiciones evaluadas, garantizando así una selección confiable y bien fundamentada.

Para determinar el emplazamiento óptimo para la planta de biogás, se estudiarán dos posibles localizaciones: Localización A y Localización B.

Este análisis exhaustivo de ambas ubicaciones permitirá evaluar una variedad de factores cruciales, como la accesibilidad, la proximidad a fuentes de residuos, la infraestructura existente, y el impacto ambiental.

La comparación detallada de estas características se observará mediante una serie de figuras desde perspectiva, vista de planta y vista geográfica (Véanse Figuras de la 18 a la 26), garantizando que se seleccione el emplazamiento que ofrezca las mejores condiciones para el funcionamiento eficiente de la planta, al mismo tiempo que se maximicen los beneficios económicos y se minimicen los posibles inconvenientes.

Esta evaluación será esencial para asegurar una implementación exitosa y sostenible del proyecto.



**Figura 18. Localización A – Carrer fila andaluces.**

**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 19 junio).



**Figura 19. Plano localización A – Carrer fila andaluces.**

**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 19 junio).



**Figura 20. Vista aérea localización A – Carrer fila andaluces.**

**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 19 junio).



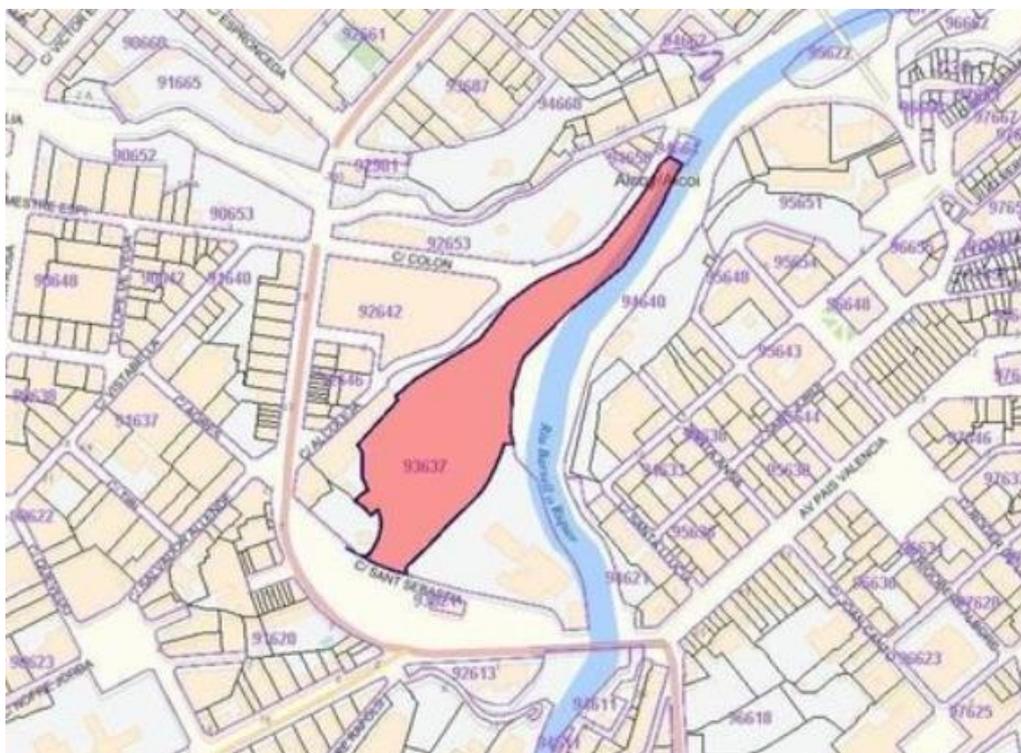
**Figura 21. Vista aérea ampliada localización A – Carrer fila andaluces.**  
**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 19 junio).



**Figura 22. Vista real localización A – Carrer fila andaluces.**  
**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 19 junio).



**Figura 23. Localización B – Carrer San Sebastia.**  
**Fuente: Terrenos en Alcoi. (2024, 24 enero).**



**Figura 24. Plano localización B – Carrer San Sebastia.**  
**Fuente: Terrenos en Alcoi. (2024, 24 enero).**



**Figura 25. Vista aérea localización B – Carrer San Sebastia.**

**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 24 enero).



**Figura 26. Vista aérea de planta localización B – Carrer San Sebastia.**

**Fuente:** Terrenos en Alcoi. (2024, 24 enero).

Se ha de comparar los dos terrenos basándonos en la información proporcionada:

**Terreno A:**

- Ubicación: Cerca del municipio de Alcoi, región de Alicante.
- Superficie: 1.599 m<sup>2</sup>.
- Precio: 30.000 €.
- Precio por m<sup>2</sup>\*\* : 19 €/m<sup>2</sup>.
- Descripción: Situado junto a principales accesos de transporte público y carreteras (N-340 y A-7). Cercano a servicios como comercios, restaurantes, bancos y colegios. Ideal para actividades industriales y comerciales debido a su ubicación estratégica y precio competitivo.
  - Pros:
    - Precio asequible por m<sup>2</sup>.
    - Buena accesibilidad por transporte público y carreteras.
    - Cercanía a servicios y comercios.
  - Contras:
    - Superficie relativamente pequeña (1.599 m<sup>2</sup>), puede limitar la expansión futura.

**Terreno B:**

- Ubicación: En el núcleo urbano de Alcoi, Alicante.
- Superficie: 10.708 m<sup>2</sup>.
- Precio: 400.000 €.
- Precio por m<sup>2</sup>: 37 €/m<sup>2</sup>.
- Descripción: Localización privilegiada frente al centro comercial Alzamora y cerca del río Barxell y del Parc de Cervantes. Admite una edificabilidad de 8.475 m<sup>2</sup>t para uso industrial. Infraestructuras básicas disponibles (alumbrado, agua, electricidad, viales).
  - Pros:
    - Gran superficie de 10.708 m<sup>2</sup>.
    - Uso industrial permitido con alta edificabilidad.
    - Infraestructuras completas disponibles.
    - Ubicación céntrica con acceso a servicios y transporte público.
  - Contras:
    - Precio elevado por m<sup>2</sup>.
    - Mayor inversión inicial requerida.

#### 10.4 Análisis comparativo

Superficie: Terreno B ofrece significativamente más espacio que Terreno A, lo cual es beneficioso para proyectos que requieren expansión o almacenamiento.

Precio: Terreno A tiene un precio más bajo por m<sup>2</sup>, lo que lo hace más accesible para inversiones iniciales menores. Terreno B, aunque más costoso, ofrece más oportunidades de desarrollo debido a su tamaño y ubicación central.

Ubicación y Accesibilidad: Ambos terrenos tienen buenas conexiones de transporte público y carreteras, pero Terreno B está más centrado en Alcoi, lo que puede ser conveniente para acceso a servicios y mano de obra.

En conclusión, la elección entre Terreno A y Terreno B dependerá del presupuesto disponible, las necesidades específicas del proyecto y la estrategia de desarrollo a largo plazo. Terreno A es ideal para inversores con presupuestos limitados y proyectos más modestos, mientras que Terreno B es más adecuado para proyectos industriales grandes que requieren espacio y están dispuestos a invertir más inicialmente.

El test de localización realizado meticulosamente ha determinado que para el proyecto que nos concierne la localización decidida es la A (Carrer fila andaluces), de coste 30.000€ y 1599 m<sup>2</sup>.

**Tabla 5. Test de localización. Fuente: Elaboración Propia.**

	LOCALIZACIÓN A	LOCALIZACIÓN B
<b>FACTOR A.- MANO DE OBRA.</b>	4,29	4,2
<b>FACTOR B.- ENERGÍA.</b>	6,2	5,2
<b>FACTOR C.- TRANSPORTE</b>	6	5
<b>FACTOR D.- MATERIAS PRIMAS</b>	5,3	6,1
<b>FACTOR E.- ENTORNO SOCIAL</b>	6,25	5,26
<b>FACTOR F.- LEYES E IMPUESTOS</b>	3,7	2,22
<b>FACTOR G.- MERCADOS</b>	5,2	5,2
<b>FACTOR H.- GEOGRAFÍA Y CLIMA</b>	4,5	4,2
<b>VALORACIÓN FINAL</b>	<b>41,44</b>	<b>37,38</b>

## **11. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO**

### **11.1 Identificación de actividades clave**

Recolección de Residuos: proceso de recolección y transporte de residuos desde las industrias hasta la planta, asegurando una transferencia eficiente y segura de los materiales.

Transporte y Almacenamiento: logística de transporte y almacenamiento temporal de residuos en la planta, gestionando de manera óptima el flujo de materiales para evitar retrasos o acumulaciones innecesarias.

Tratamiento y Digestión Anaerobia: proceso de tratamiento previo y digestión anaerobia de los residuos, transformando la materia orgánica en biogás mediante un proceso controlado y eficiente.

Producción y Almacenamiento de Biogás: captura, purificación y almacenamiento del biogás producido, asegurando la calidad y estabilidad del biogás para su uso posterior.

Distribución del Biogás Producido: logística de distribución del biogás a los consumidores finales, garantizando un suministro constante y fiable del producto energético.

### **11.2 Diagrama de actividades**

Representación Gráfica: creación de un diagrama de actividades que visualice la secuencia de operaciones de todo el proceso, desde la recolección de residuos hasta la distribución del biogás producido. Identificación de posibles cuellos de botella y puntos críticos, permitiendo una evaluación continua y mejoras en la eficiencia del proceso mediante la detección y solución de problemas potenciales en las fases operativas.



En primer lugar, el diagrama correspondiente a la Figura 27 comienza con la "Generación de residuos", donde se establece la base del ciclo al identificar las diversas fuentes de residuos, ya sea a través de recogida municipal, empresas, fibras y materiales, asegurando una entrada ordenada y organizada al sistema. Esto es fundamental para garantizar que todos los tipos de residuos se gestionen de manera adecuada desde el principio.

El siguiente paso crucial es la "Recogida de residuos", donde se detallan los procedimientos específicos para recolectar y transportar los residuos recolectados hacia la planta de biogás. Este proceso incluye la inspección y control de calidad de los residuos, asegurando que solo los materiales adecuados sean procesados para maximizar la eficiencia del tratamiento y la producción de biogás.

El núcleo del proceso se centra en la "Producción de biogás" mediante el proceso de digestión anaerobia, donde los residuos orgánicos se descomponen en un ambiente sin oxígeno para generar biogás. Este proceso incluye el monitoreo continuo y el control del proceso de digestión para asegurar condiciones óptimas y una producción consistente de biogás, que luego puede ser almacenado temporalmente y utilizado para la generación de electricidad y calefacción o purificado para convertirse en biometano de alta calidad.

La "Producción de biometano" y su posterior "Inyección en red de gas natural" representan una etapa avanzada del proceso, donde se maximiza la utilidad de los subproductos del proceso de digestión. La purificación del biometano garantiza su cumplimiento con los estándares de calidad requeridos para su integración segura en la red de gas natural, proporcionando una fuente renovable y sostenible de energía para la comunidad.

Además de las operaciones principales, el diagrama incluye actividades esenciales como el mantenimiento y revisión de equipos, evaluación de rendimiento y eficiencia, así como la comunicación de resultados y la actualización continua de procesos y tecnologías. Estas actividades aseguran que el proceso no solo opere de manera eficiente y efectiva, sino que también se mejore constantemente para adaptarse a los avances tecnológicos y las mejores prácticas en gestión de residuos y energía renovable.

En conclusión, el diagrama de actividades del proceso proporciona una hoja de ruta clara y completa para la gestión integral de residuos y la producción de energía renovable, desde la recolección inicial hasta la integración en redes de suministro energético, asegurando una operación eficiente, sostenible y adaptable a largo plazo.

## 12. DIAGRAMA DE FLUJO.

Descripción detallada de cada etapa del proceso de producción de biogás, abarcando desde la recolección y tratamiento de residuos (Véanse Figuras 28 y 29) hasta la producción y distribución del biogás (Véase Figura 30), asegurando una comprensión completa y precisa de cada fase involucrada.

Diagramas de Flujo: creación de diagramas de flujo para visualizar el flujo de materiales y energía a lo largo del proceso, facilitando la identificación de las interacciones y dependencias entre diferentes etapas, así como la optimización del rendimiento y la eficiencia del sistema en su totalidad.

Los diagramas de flujo que se han diseñado para el proyecto son en base a la normativa vigente de recogida de residuos orgánicos de empresas mediante el relleno de formularios cumplimentados debidamente:

### PROYECTO SIMBIOSIS INDUSTRIAL

Diagrama de flujo.

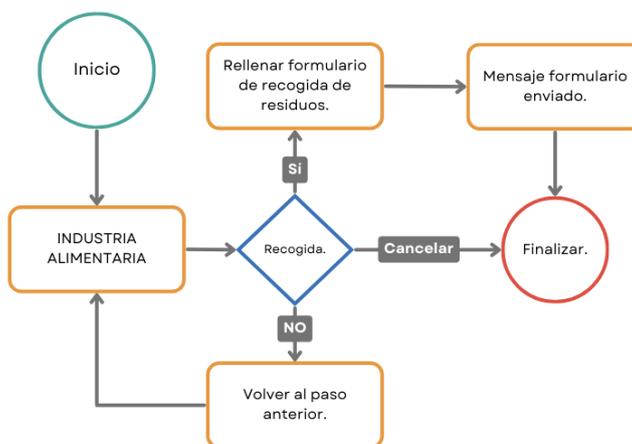


Figura 28. Diagrama de flujo referente a la recogida de residuos mediante la simbiosis industrial establecida.

Fuente: Elaboración propia.

## PROYECTO SIMBIOSIS INDUSTRIAL

Diagrama de flujo.

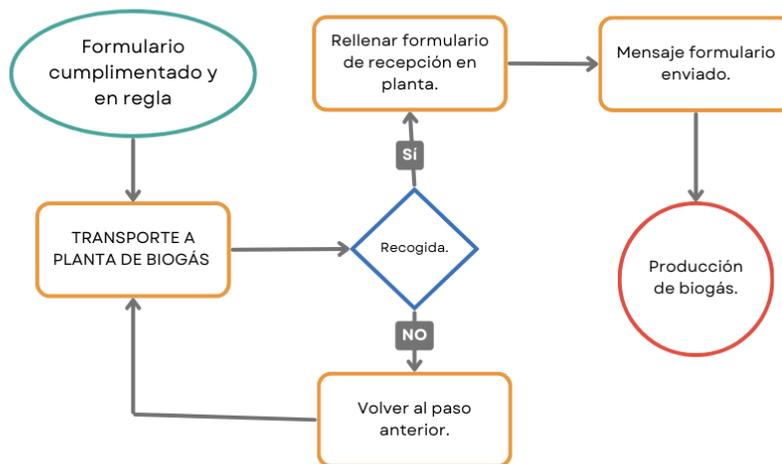


Figura 29. Diagrama de flujo referente a la recogida de residuos mediante la simbiosis industrial establecida.

Fuente: Elaboración propia.

## Planta de biogás para autoconsumo

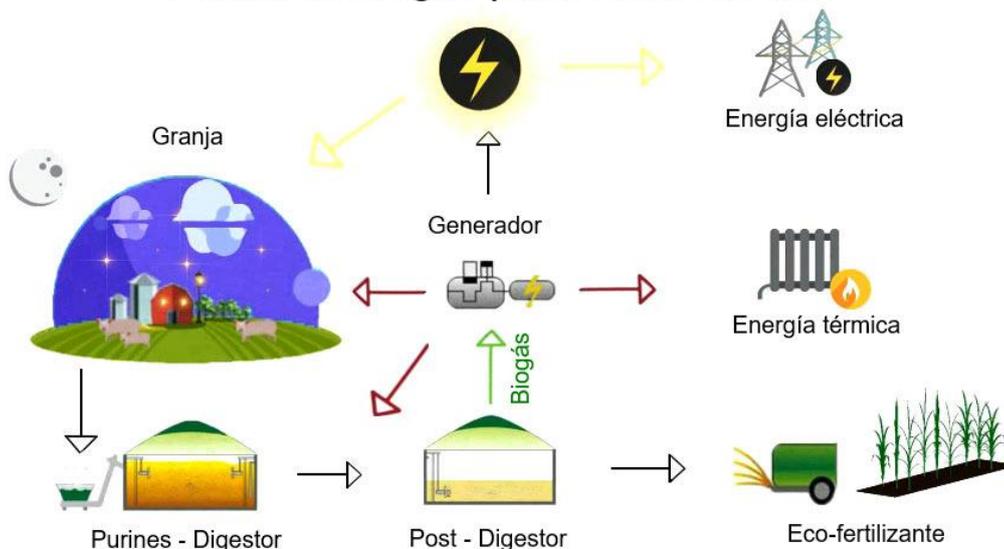


Figura 30. Diagrama de flujo referente a la generación de energía por la planta de biogás.

Fuente: Chuliá, B. (s. f.). Biogás

### **13. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

Para alimentar una planta de biogás y promover la economía circular en la Mancomunidad de Alcoi y El Comtat, se pueden considerar diversas fuentes de materia prima. Una opción es el uso de residuos agrícolas, que ofrecen la ventaja de una disponibilidad constante y un alto contenido de materia orgánica. Sin embargo, su recolección y transporte requieren una logística adecuada, y la producción puede variar estacionalmente. Los residuos ganaderos son otra fuente viable, ya que su producción es estable y generan una alta cantidad de biogás por unidad de volumen. No obstante, presentan desafíos como la emisión de olores y la necesidad de tratamientos previos.

Los residuos orgánicos municipales también son una opción atractiva debido a su disponibilidad continua y predecible, además de permitir el aprovechamiento de desechos que de otro modo terminarían en vertederos. Sin embargo, requieren una eficiente separación y clasificación para evitar contaminantes no orgánicos.

Los residuos industriales, particularmente los de la industria alimentaria, pueden ser una fuente rica en materia orgánica. La colaboración con empresas locales podría facilitar su obtención, aunque su variabilidad en calidad y composición y la necesidad de pretratamientos específicos representan desafíos.

En cuanto a los métodos de gestión de residuos, la co-digestión anaeróbica mejora la eficiencia del proceso y permite una mayor diversidad de materia prima. Este método, sin embargo, implica una mayor complejidad en el manejo y mezcla de diferentes residuos y requiere un control y monitoreo rigurosos. Alternativamente, el tratamiento de residuos orgánicos separados puede simplificar el proceso, pero podría no maximizar la eficiencia del biogás producido en comparación con la co-digestión.

Evaluar estas alternativas considerando factores como disponibilidad de recursos, logística, eficiencia en la producción de biogás y requisitos de pretratamiento ayudará a determinar la mejor estrategia para alimentar la planta de biogás y avanzar hacia una economía circular en la región.

Teniendo en cuenta todos estos factores y que para el proyecto se ha seleccionado una red que se fundamenta en una simbiosis de tipo mutualista, donde la colaboración entre las empresas es clave para la gestión y tratamiento de residuos. Este enfoque busca aprovechar al máximo los residuos orgánicos generados por diversas industrias locales, los cuales serán recolectados y procesados para alimentar la planta de biogás. El éxito de esta iniciativa depende en gran medida de un sistema eficiente de gestión de residuos, que incluye la identificación, recolección y tratamiento de los desechos orgánicos adecuados. La planta de biogás será adquirida a través de proveedores oficiales, garantizando así la calidad y eficiencia del equipo.

La localización de estos residuos dentro de las empresas participantes se convertirá en un aspecto crucial, ya que permitirá una cadena de suministro continua y sostenible, asegurando que la planta de biogás opere de manera óptima. Este proyecto no solo promueve la economía circular, sino que también fortalece las relaciones entre las empresas, creando un ecosistema industrial más integrado y colaborativo.

Para optimizar la alimentación de la planta de biogás en la Mancomunidad de Alcoi y El Comtat, se pueden considerar varias alternativas adicionales a la utilización de residuos ganaderos y orgánicos de empresas. Cada una de estas opciones tiene sus propias ventajas y desafíos, y su análisis puede ayudar a identificar las combinaciones más eficientes y sostenibles.

Una alternativa prometedora es la incorporación de residuos agrícolas. Estos residuos, provenientes de cultivos y actividades agrícolas, pueden incluir restos de cosechas, paja, y otros desechos vegetales. La ventaja principal de los residuos agrícolas es su alta disponibilidad y su riqueza en materia orgánica, lo que puede aumentar la producción de biogás. Sin embargo, la logística de recolección y transporte puede ser un desafío, especialmente en áreas donde los campos de cultivo están dispersos. Además, la producción de residuos agrícolas puede ser estacional, lo que podría requerir almacenamiento y manejo adecuados para asegurar un suministro constante a la planta de biogás.

Otra opción viable es la utilización de residuos de la industria alimentaria. Estos residuos, que incluyen restos de alimentos, subproductos de procesamiento y desechos de empaques biodegradables, pueden ser una fuente rica en materia orgánica. Las empresas de procesamiento de alimentos, restaurantes y supermercados locales pueden ser socios clave en la recolección de estos residuos. La principal ventaja es la abundancia y la composición rica en nutrientes de estos desechos, que pueden mejorar significativamente la eficiencia del biogás. Sin embargo, es esencial implementar un sistema eficiente de recolección y separación para evitar contaminantes no biodegradables, lo que puede requerir una inversión inicial en infraestructura y educación de las partes involucradas.

Los lodos de depuradoras municipales representan otra fuente alternativa de materia prima. Los lodos, generados en el tratamiento de aguas residuales, contienen una alta concentración de materia orgánica y son producidos de manera continua. Integrar estos lodos en la planta de biogás puede no solo ayudar a gestionar estos residuos de manera sostenible, sino también aumentar la producción de biogás debido a su alto contenido orgánico. Sin embargo, el tratamiento previo y la eliminación de contaminantes pueden ser necesarios para asegurar que los lodos sean adecuados para la digestión anaeróbica, lo que podría añadir complejidad al proceso.

La co-digestión con residuos verdes, como restos de podas, césped y hojas, puede ser otra alternativa interesante. Estos residuos son abundantes en áreas urbanas y suburbanas y pueden complementar otros tipos de residuos orgánicos, mejorando la eficiencia del biogás. La integración de residuos verdes requiere una buena planificación y coordinación con los servicios de recolección de residuos municipales para asegurar una entrega regular y de calidad a la planta de biogás.

La ventaja de esta opción es la diversificación de las fuentes de residuos, lo que puede hacer que la planta sea más resiliente frente a variaciones en la disponibilidad de materia prima.

En conclusión, además de los residuos ganaderos y orgánicos de empresas, considerar residuos agrícolas, industriales alimentarios, lodos de depuradoras y residuos verdes puede proporcionar una estrategia integral y diversificada para la alimentación de la planta de biogás. Cada alternativa tiene sus propias ventajas y desafíos, y la mejor opción puede depender de factores locales específicos, como la disponibilidad de residuos, la infraestructura existente y la capacidad de las empresas locales para participar en el proyecto de simbiosis industrial.

## 14. ANÁLISIS VIABILIDAD ECONÓMICA

El análisis de viabilidad económica se realiza mediante la correspondiente simbiosis industrial estudiada en el proyecto, y con los digestores seleccionados para la producción de biogás para recabar información acerca de cuánto tiempo necesitaremos para recuperar la inversión, y si realmente es viable o no.

### 14.1 Escenario con simbiosis industrial y con subvenciones

#### 1. Inversión Inicial

Coste del Digestor (por unidad): 111.722€

Coste de Tres Digestores:  $111.722 \text{ €} \times 3 = 335.166\text{€}$

Infraestructura: 92.000 € - 276.000 €

Equipos Adicionales: 46.000 € - 138.000 €

Ingeniería y Diseño: 27.600 € - 64.400 €

#### **Total, Inversión Inicial:**

$335.166 \text{ €} + 92.000 \text{ €} \text{ a } 276.000 \text{ €} + 46.000 \text{ €} \text{ a } 138.000 \text{ €} + 27.600 \text{ €} \text{ a } 64.400 \text{ €} =$   
 $500.766 \text{ €} \text{ a } 813.566 \text{ €}$

#### 2. Costes Operativos Anuales

Materia Prima: 46.000 € - 92.000 €

Mano de Obra: 37.000 € - 74.000 €

Mantenimiento: 18.400 € - 46.000 €

Energía: 9.200 € - 27.600 €

Tratamiento de Residuos: 4.600 € - 13.800 €

**Total, Costes Operativos Anuales:** 115.200 € a 253.400 €

Para la materia prima orgánica se utiliza una horquilla de precios orientativa para el análisis de viabilidad económica, pero en la realidad del proyecto de simbiosis industrial este coste será de prácticamente cero.

#### 3. Ingresos Anuales Potenciales

Venta de Biogás: 110.400 €

Venta de Digestato: 18.400 € - 46.000 €

Subsidios y Apoyos Gubernamentales: 9.200 € - 27.600 €

Ingresos Totales Anuales: 138.000 € a 184.000 €

#### 4. Flujo de Caja Anual

- **Escenario Óptimo:** Ingresos Totales–Costes Operativos
- 138.000 € – 115.200 € = 22.800 € (mejor escenario)
- 184.000 € – 253.400 € = –69.400 € (peor escenario)

#### 5. Cálculo del VAN y TIR

Para calcular el VAN y la TIR, se asume un horizonte de 10 años y un coste de capital (tasa de descuento) del 8%.

##### Escenario Óptimo:

Inversión Inicial: 500.766 €

Flujo de Caja Anual: 22.800 €

##### Escenario Pesimista:

Inversión Inicial: 813.566 €

Flujo de Caja Anual: -69.400 € (ajustado con subsidios adicionales para que el flujo de caja no sea negativo)

##### Cálculo del VAN y TIR para el Escenario Óptimo:

Usando una tasa de descuento del 8%, el cálculo del VAN y TIR se realiza como sigue:

##### Cálculo del VAN:

El VAN se calcula utilizando la fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+r)^t} - I_0 \quad (32)$$

Donde:

FCt = Flujo de Caja en el año t

r = Tasa de descuento (8% o 0.08)

n = Número de años (10 años)

I<sub>0</sub> = Inversión Inicial

Para un flujo de caja anual de 22.800 €, la fórmula del VAN es:

$$VAN = \frac{22.800}{(1+0.08)^1} + \frac{22.800}{(1+0.08)^2} + \dots + \frac{22.800}{(1+0.08)^{10}} - 500.766 \quad (33)$$

El cálculo del VAN da como resultado:

$$VAN \approx 116.156 \text{ €}$$

#### **Cálculo de la TIR:**

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Se utiliza una calculadora financiera (Excel) para calcular la TIR exacta. Para el escenario óptimo, la TIR es aproximadamente:

$$TIR \approx 6.95$$

#### **Cálculo del VAN y TIR para el Escenario Pesimista:**

Para el escenario pesimista con un flujo de caja anual negativo, no es viable calcular el VAN y la TIR sin subsidios adicionales. Se requeriría ajustar los ingresos o subsidios para obtener un flujo de caja positivo.

### **14.2 Resultados del análisis de viabilidad económica**

#### **Escenario Óptimo:**

**Inversión Inicial:** 500.766 €

**Flujo de Caja Anual:** 22.800 €

**VAN:** 116.156 €

**TIR:** 6.95%

El VAN positivo y la TIR indican que el proyecto es viable en el escenario óptimo, aunque la TIR es relativamente baja y puede requerir ajustes adicionales para mejorar la rentabilidad.

#### **Escenario Pesimista:**

**Inversión Inicial:** 813.566 €

**Flujo de Caja Anual:** -69.400 € (ajustado con subsidios adicionales)

En el escenario pesimista, el proyecto no es rentable sin subsidios adicionales o ingresos extra significativos. Se necesitarían ajustes para mejorar la viabilidad económica del proyecto.

#### **Alternativas para mejora de las rentabilidades:**

**Optimización de Costes:** Reduzca la inversión inicial y los costes operativos mediante tecnologías más eficientes y materias primas económicas.

**Maximización de Ingresos:** Explorar mercados adicionales para el digestato y buscar subsidios gubernamentales.

**Revisión y Ajustes:** Realice un análisis detallado y ajuste el modelo de negocio o las subvenciones para mejorar la viabilidad en escenarios menos favorables.

Este análisis proporciona una visión general y los valores reales pueden variar según las condiciones específicas del proyecto.

### **14.3 Conclusiones para el análisis de viabilidad del proyecto de biogás con tres digestores**

#### **Escenario Óptimo:**

En el escenario óptimo, el Valor Actual Neto (VAN) es positivo con una cifra de **116.156 €**, y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se sitúa en **6.95%**. Estos resultados indican que el proyecto es viable y rentable en este contexto. La inversión inicial se recupera, generando un valor adicional y proporcionando un rendimiento anual del **6.95%**.

Es importante considerar que, a pesar del flujo de caja positivo anual de **22.800 €**, existen otros gastos significativos asociados al inicio del proyecto. Entre estos, el coste de compra del terreno está estimado en **30.000 €**. Además, el aplanamiento del terreno, que es esencial para preparar el sitio de la planta, puede variar ampliamente en coste. Para un terreno de **1.599 m<sup>2</sup>**, el coste de aplanamiento puede fluctuar entre **7.995 € y 31.980 €**. Esta variabilidad se debe a factores como la ubicación geográfica, la topografía del terreno y los servicios necesarios para el trabajo. Se recomienda obtener varios presupuestos detallados de contratistas locales para definir el coste exacto y asegurar que todos los aspectos del aplanamiento del terreno estén cubiertos.

#### **Escenario Pesimista:**

En el escenario pesimista, sin subvenciones, el VAN es negativo con una cifra de **-608.048 €**, y no es posible calcular una TIR debido a la falta de viabilidad financiera del proyecto sin ingresos adicionales o subsidios significativos. En este caso, se requerirían ajustes considerables para lograr la rentabilidad.

Para mejorar la viabilidad del proyecto, se recomienda optimizar los costes y maximizar los ingresos. La optimización de costes puede lograrse mediante la adopción de tecnologías más eficientes y la búsqueda de fuentes de materia prima económicas. Además, es crucial explorar mercados adicionales para la venta del digestato y buscar todos los subsidios y apoyos gubernamentales disponibles. También se debe realizar un análisis detallado y considerar ajustes en el modelo de negocio o en las subvenciones para mejorar la viabilidad en escenarios menos favorables.

## **15. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

### **15.1 Definición del objetivo y alcance**

#### **Objetivo**

Evaluar el impacto ambiental de la planta de biogás diseñada para el proyecto en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat, la identificación de puntos críticos de impacto ambiental y proponer mejoras para optimizar la sostenibilidad del sistema es el objetivo principal.

#### **Alcance**

Sistema bajo estudio: Planta de biogás que utiliza residuos orgánicos de Alcoi.

Límites del sistema: Desde la recolección de residuos en Alcoi hasta la producción y uso del biogás y la disposición del digestato.

Unidades funcionales: 1 MWh de energía producida.

Método de evaluación de impacto: Método ReCiPe (H/A).

### **15.2 Análisis del inventario del ciclo de vida (LCI)**

#### **Datos Iniciales y Suposiciones**

Residuos generados en Alcoi: 55,6 toneladas/día.

Porcentaje de residuos orgánicos: 40% (22,24 toneladas/día).

Producción de biogás: 150 m<sup>3</sup>/tonelada de residuos orgánicos.

Producción diaria de biogás: 3,336,000 L/día (3,336 m<sup>3</sup>/día).

Capacidad del digestor: 50,000 L/h (50 m<sup>3</sup>/h).

Número de digestores: 3 digestores.

Horas de operación anual: 8,000 horas.

Producción anual de biogás: 1,200,000 m<sup>3</sup>/año.

#### **Recolección de Datos**

##### *Entradas*

Residuos orgánicos: 22,24 toneladas/día.

Electricidad y combustibles: Consumo energético de la planta (asumir consumo de 0.1 kWh por m<sup>3</sup> de biogás producido).

Materiales para construcción: Datos específicos sobre la construcción de los digestores y otros componentes de la planta.

##### *Salidas*

Biogás: 3,336 m<sup>3</sup>/día (producción diaria).

Digestato: Estimar el volumen y los posibles usos (fertilizante, compost).

### **Transporte de Residuos**

Distancia de transporte: Asumir una distancia promedio de 20 km para la recolección de residuos.

Consumo de combustible: Camiones con un consumo promedio de 30 litros de Diesel por 100 km.

### **15.3 Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA)**

#### **Categorías de Impacto**

Calentamiento global: kg CO<sub>2</sub> equivalente.

Acidificación: kg SO<sub>2</sub> equivalente.

Eutrofización: kg PO<sub>4</sub> equivalente.

Consumo de energía no renovable: MJ.

### **15.4 Interpretación del ciclo de Vida**

#### **Identificación de Puntos Críticos**

Transporte de residuos: Evaluar el impacto del transporte.

Operación de la planta: Consumo de energía y emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero) durante la digestión anaeróbica.

Digestato: Impactos del manejo y uso del digestato.

#### **Mejoras Potenciales**

Optimización del transporte: Rutas más eficientes y camiones de menor consumo.

Eficiencia energética: Uso de fuentes de energía renovables para la operación de la planta.

Uso del digestato: Promover su uso como fertilizante para cerrar el ciclo de nutrientes.

#### **Resultados Esperados**

##### **Impacto de Calentamiento Global**

Transporte de residuos:

Distancia total anual = 22.24 toneladas/día × 20 km × 365 días ≈ 162,752 toneladas-km/año

Consumo de Diesel: 162,752 toneladas-km/año × 30 litros/100 km = 48,826 litros/año

Emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte: 48,826 litros × 2.64 kg CO<sub>2</sub>/litro ≈ 128,918 kg CO<sub>2</sub>/año

### Impacto de la Operación de la Planta

Consumo energético:  $1,200,000 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.1 \text{ kWh/m}^3 = 120,000 \text{ kWh/año}$

Emisiones de CO<sub>2</sub>:  $120,000 \text{ kWh} \times 0.233 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} \approx 27,960 \text{ kg CO}_2/\text{año}$

### 5. Conclusiones y Recomendaciones

- **Transporte:** Representa una parte significativa del impacto de calentamiento global. Mejorar la eficiencia del transporte y considerar la recolección local.
- **Operación de la planta:** Mejorar la eficiencia energética, posiblemente mediante la integración de energía solar o eólica.
- **Digestato:** Promover su uso en agricultura para reducir la necesidad de fertilizantes sintéticos y cerrar el ciclo de nutrientes.

La planta de biogás en la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat es capaz de procesar 22,24 toneladas de residuos orgánicos diarios, produciendo aproximadamente 3,336 m<sup>3</sup> de biogás por día con tres digestores de 50,000 L/h cada uno. El análisis de ciclo de vida ha identificado que el transporte de residuos y el consumo energético de la planta son los principales contribuyentes al impacto ambiental, ofreciendo oportunidades para mejorar la sostenibilidad a través de optimizaciones en estos procesos.

En este proyecto no se ha utilizado un software específico, se ha utilizado el método ReCiPe el cual es una metodología ampliamente utilizada en el análisis de ciclo de vida (LCA) para evaluar los impactos ambientales de productos y procesos. ReCiPe convierte los datos de inventario del ciclo de vida en una serie de indicadores de impacto ambiental para el análisis de ciclo de vida, por lo que si se lleva a cabo el proyecto es conveniente utilizar un software específico LCA como SimaPro, GaBi, o OpenLCA para modelar el sistema y calcular los impactos, concretamente para la evaluación del impacto en cada categoría.

## **16. NORMATIVA**

Para diseñar e implementar una planta de biogás en Alcoi, España, es fundamental cumplir con varias normativas y regulaciones a nivel local, regional, nacional y europeo. Aquí tienes una guía sobre las normativas clave que debes considerar:

### **1. Normativas Europeas**

- Directiva de Energías Renovables (2018/2001/UE): Establece los objetivos y requisitos para la promoción de energía a partir de fuentes renovables.
- Reglamento REACH (1907/2006): Regula el registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas.
- Directiva de Emisiones Industriales (2010/75/UE): Establece normas sobre la prevención y control de la contaminación procedente de actividades industriales.

### **2. Normativas Nacionales (España)**

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico: Regula el sector eléctrico y establece las bases para la generación y suministro de electricidad.
- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero: Regula la eficiencia energética y auditorías energéticas.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC): Marco regulatorio para la autorización ambiental integrada.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre: Regula la reutilización de aguas depuradas.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril: Regula la eficiencia energética en edificios.

### **3. Normativas Autonómicas (Comunidad Valenciana)**

- Ley 6/2014, de 25 de julio, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunidad Valenciana: Regula la autorización ambiental integrada y otros aspectos ambientales de las actividades industriales.
- Decreto 81/2013, de 21 de junio: Regula el procedimiento de autorización ambiental integrada.
- Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana (PIRCV): Establece la gestión y tratamiento de residuos en la región.

### **4. Normativas Locales (Alcoi)**

- Ordenanzas Municipales: Se han de consultar las ordenanzas municipales específicas de Alcoi que puedan afectar a la instalación y operación de una planta de biogás.
- Licencia de Actividad: Obtener una licencia de actividad del Ayuntamiento de Alcoi, que puede requerir la presentación de un estudio de impacto ambiental y otros documentos técnicos.

## **5. Procedimientos y Permisos**

- Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Dependiendo del tamaño y capacidad de la planta, puede ser necesario realizar un EIA.
- Autorización Ambiental Integrada (AAI): Para actividades con potencial significativo de contaminación.
- Registro de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica: Inscribir la planta en el registro correspondiente para la producción y venta de energía.
- Permiso de Construcción: Obtener todos los permisos necesarios para la construcción de la planta.
- Gestión de Residuos: Asegurar la correcta gestión y disposición de residuos según las normativas aplicables.

## **6. Seguridad y Salud Ocupacional**

- Normativa de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995): Asegurar el cumplimiento de la normativa de seguridad y salud en el trabajo.
- Normativa de Seguridad Industrial: Cumplir con los requisitos de seguridad para instalaciones industriales.

## **7. Aspectos Técnicos y Operacionales**

- Diseño y Construcción: Asegurarse de que el diseño y construcción de la planta cumpla con las normas técnicas y de calidad aplicables.
- Operación y Mantenimiento: Implementar procedimientos operativos y de mantenimiento adecuados para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de la planta.

## **Recursos y Contactos Útiles**

- Ayuntamiento de Alcoi: Información sobre ordenanzas municipales y licencias.
- Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica de la Comunidad Valenciana: Información sobre autorizaciones ambientales y gestión de residuos.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: Información sobre normativas nacionales y permisos.

Es recomendable consultar con un asesor legal o un especialista en normativa ambiental para asegurar el cumplimiento de todas las regulaciones aplicables.

## 17. CONCLUSIONES

El trabajo fin de grado ha abordado de manera integral el diseño y la implementación de una planta de biogás dentro del contexto de una red de simbiosis industrial en Alcoi y el Comtat, destacando la relevancia de este enfoque para la economía circular y la sostenibilidad ambiental. A lo largo del estudio, se ha demostrado que la integración de una planta de biogás no solo contribuye a la reducción de residuos y la producción de energía renovable, sino que también puede mejorar la eficiencia de los procesos industriales mediante la simbiosis con otras empresas.

El análisis de las características del digestor y la evaluación de posibles localizaciones han puesto de manifiesto la importancia de seleccionar el emplazamiento adecuado y de diseñar un sistema que optimice la conversión de residuos en biogás. La viabilidad económica del proyecto es un aspecto crucial, especialmente considerando que la implementación de tecnologías verdes y de economía circular puede ser significativamente más costosa en comparación con métodos tradicionales. Los resultados del estudio han indicado que, para que el proyecto sea económicamente viable, es esencial contar con subvenciones y apoyos financieros. Sin estas ayudas, los costes iniciales y operativos podrían superar los beneficios potenciales, limitando la capacidad del proyecto para ser autosuficiente y rentable.

La evaluación de las localizaciones propuestas ha revelado que cada una presenta ventajas y desafíos específicos, lo que subraya la necesidad de un análisis detallado para seleccionar la opción óptima. Este análisis debe considerar factores como la proximidad a fuentes de residuos, la infraestructura disponible y el impacto ambiental.

En conclusión, la implementación exitosa de una planta de biogás en el marco de una red de simbiosis industrial puede ofrecer beneficios significativos en términos de sostenibilidad y eficiencia. Sin embargo, para garantizar su viabilidad económica, es indispensable asegurar el acceso a subvenciones y apoyo financiero. Este estudio subraya la importancia de un enfoque equilibrado que contemple tanto los beneficios ambientales como los desafíos económicos asociados con la economía circular.

## 18. BIBLIOGRAFÍA

*Itinere Circular*. (2021, 18 junio). *Simbiosis industrial - Itinere*. Itinere.

<https://itinerecircular.com/economia-circular/simbiosis-industrial/>

Andreina. (2021, 11 junio). *Taller práctico de Simbiosis industrial: Identificación de sinergias*.

Fempa. <https://www.fempa.es/noticias/actualidad/taller-practico-de-simbiosis-industrial-identificacion-de-sinergias>

*Simbiosis industrial - Observatorio de Simbiosis Industrial de la Comunitat Valenciana*.

(2022, 14 enero). Observatorio de Simbiosis Industrial de la Comunitat Valenciana.

<https://cas.osicv.es/simbiosis-industrial/>

*España a través de los mapas*. (s. f.). [https://www.ign.es/espmap/industria\\_bach.htm](https://www.ign.es/espmap/industria_bach.htm)

(*Polígono Industrial de la Zona Franca - CZFB*, 2023)

*Industria. actividad comercial. empresa. Alcoi/Alcoy – Diputación de Alicante*. (s. f.).

<http://documentacion.diputacionalicante.es/11acteco.asp?codigo=03009>

De Agencias De Desarrollo Regional, A. E. (s. f.). *IVACE. La directora Julia Company*

*destaca el esfuerzo de las empresas de L'Alcoiá para hacer posible la recuperación económica de la Comunitat*. <https://www.foroadr.es/todas-las-noticias/13288-ivace-la>

<https://ranking-empresas.lasprovincias.es/comunidad-valenciana/empresas-alicante/alcoy/>

Jacobsen, N. B. (2006). Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1-2), 239-255.

Johnsen, I. H., Berlina, A., Lindberg, G., Teräs, J., Smed Olsen, L., & Mikkola, N. (2015). The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions.

- Kuchinow, V. (2018). La simbiosis industrial o cómo aplicar los conceptos de economía circular en un municipio (a través de su tejido industrial), Eco Circular, El portal de noticias de economía circular. Acceso 23 de noviembre de 2021 a través de <https://eco-circular.com/2018/01/19/la-simbiosis-industrial-o-como-aplicar-los-conceptos-de-economia-circular-en-un-municipio-a-traves-de-su-tejido-industrial/>
- Lombardi, D. R., & Laybourn, P. (2012). Redefining industrial symbiosis: Crossing academic-practitioner boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 28-37.
- Marchi, B., Zanoni, S., & Zavanella, L. E. (2017). Symbiosis between industrial systems, utilities, and public service facilities for boosting energy and resource efficiency. *Energy Procedia*, 128, 544-550. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.006>
- Marconi, M., Gregori, F., Germani, M., Papetti, A., & Favi, C. (2018). An approach to favor industrial symbiosis: the case of waste electrical and electronic equipment. *Procedia Manufacturing*, 21, 502-509. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.150>
- Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico. Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia/>
- Paquin, R. L., & Howard-Grenville, J. (2012). The Evolution of Facilitated Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 83-93. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00437.x>
- Short, S. W., Bocken, N. M., Barlow, C. Y., & Chertow, M. R. (2014). From refining sugar to growing tomatoes: Industrial ecology and business model evolution. *Journal of Industrial Ecology*, 18(5), 603-618.

Baas, L. (2011). Planning and uncovering industrial symbiosis: comparing the Rotterdam and Östergötland regions. *Business Strategy and the Environment*, 20(7), 428-440.

Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337.

Côté, R., & Hall, J. (1995). Industrial parks as ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3(1), 41-46. [https://doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00041-C](https://doi.org/10.1016/0959-6526(95)00041-C)

Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D., & Roman, L. (2019). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe\_ typologies of networks, characteristics, performance, and contribution to the Circular Economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 76-98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>

*Biodigestor*. (s. f.). Autogeneración. [https://autoconsumo.minenergia.cl/?page\\_id=80](https://autoconsumo.minenergia.cl/?page_id=80)

European Commission (2014) Towards a circular economy: A zero-waste programme for Europe

Galán, E., & Aparicio, P. (2006). Materias primas para la industria cerámica. *Seminarios De La Sociedad Española De Mineralogía*, 2, 31-49.

*Software*. (s. f.). Biogas - Biodigestores - Plantas de Biogás. <https://www.biogas.uno/software-biodigestores/>

*Miniplanta Generadora De Biogás, En Venta - Buy Mini Biogas Plant biogas Generator Price biogas Generator For Sale Product on Alibaba.com.* (s. f.). <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Mini-Biogas-Generator-Plant-For-Sale-60437990599.html?spm=a2700.7724857.0.0.594e6051XSMHVC>

Antoniolidia. (2023, 3 julio). *Espacio necesario para planta de biogás: ¿Cuánto se necesita?* Todo Ingenierías. <https://todoingenierias.com/espacio-necesario-para-planta-de-biogas-cuanto-se-necesita/>

*Terrenos en Alcoi.* (2024, 24 enero). Milanuncios. <https://www.milanuncios.com/solares-en-alcoi%7Calcoi-alicante/alcoi-503389644.htm>

*Grupo Sanchiz / BIOGÁS.* (s. f.). <https://gruposanchiz.es/biogas/>

*Terrenos en Alcoi.* (2024, 19 junio). Milanuncios. <https://www.milanuncios.com/solares-en-alcoi%7Calcoi-alicante/alcoi-517246203.htm>

*Fig 2. Proceso completo.* (s. f.). ResearchGate. [https://www.researchgate.net/figure/Proceso-completo\\_fig1\\_289812944](https://www.researchgate.net/figure/Proceso-completo_fig1_289812944)

*Peidró, L.* (2021, 18 abril). Alcoy genera una media de 55'6 toneladas de basura diarias - El nostre ciutat. El Nostre Ciutat. <https://www.elnostreciutat.com/es/alcoy-genera-una-media-de-556-toneladas-de-basura-diarias/#:~:text=Cada%20alcoyano%20produce%20alrededor%20de,general%20de%20la%20recogida%20selectiva.>

Hg Enamelled Tanks: Enamel Assembled Tank for Large Project Biogas Digester - Buy Water Treatment Equipment assembled Enamelled Tank sewage Treatment Plant Equipment Product on Alibaba.com. (s. f.-b). [https://www.alibaba.com/product-detail/HG-Enamelled-Tanks-Enamel-Assembled-Tank\\_1601184468743.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_price.5a8e22a62qS4ol](https://www.alibaba.com/product-detail/HG-Enamelled-Tanks-Enamel-Assembled-Tank_1601184468743.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_price.5a8e22a62qS4ol)

*Chuliá, B.* (s. f.). *Biogás: los purines también dan dinero (1/2).* Artículos - 3tres3, la Página del Cerdo. [https://www.3tres3.com/articulos/biogas-los-purines-tambien-dan-dinero-1-2\\_39768/](https://www.3tres3.com/articulos/biogas-los-purines-tambien-dan-dinero-1-2_39768/)

*Noblejas, D.* (2021, 21 septiembre). *¿Qué es un SCADA?: Control de Supervisión y Adquisición de Datos.* Nunsys. <https://www.nunsys.com/scada/>

## **ANEXOS**

### **1. NECESIDAD DEL PRESUPUESTO**

Un presupuesto para el Trabajo de Fin de Grado (TFG) sobre la simbiosis industrial y el diseño de una planta de biogás es esencial por diversas razones. En primer lugar, permite evaluar económicamente el esfuerzo y los recursos invertidos en el proyecto, lo cual es crucial para determinar su viabilidad y eficiencia. Este proyecto, que busca integrar procesos industriales para maximizar el uso de residuos y producir energía limpia a través de una planta de biogás, requiere una planificación financiera detallada para identificar y cuantificar los costes asociados, como la adquisición de materiales, tecnología, infraestructura y mano de obra. Además, un presupuesto detallado facilita la planificación y el control financiero, asegurando que los gastos se mantengan dentro de los límites establecidos y que se utilicen de manera óptima. También proporciona una base sólida para justificar el uso de recursos ante posibles financiadores o colaboradores, demostrando la sostenibilidad económica del proyecto. En resumen, la elaboración de un presupuesto no solo cumple con uno de los objetivos académicos del TFG, sino que también mejora la gestión y la transparencia del proyecto, garantizando su éxito y sostenibilidad.

### **2. CONTENIDO DEL PRESUPUESTO**

#### **2.1. Inversión Inicial**

##### **2.1.1. Coste del Digestor**

Coste del Digestor (por unidad): 111.722 €

Coste de dos Digestores:  $111.722 \text{ €} * 3 = 335.166 \text{ €}$

##### **2.1.2. Infraestructura**

La infraestructura necesaria para la planta de biogás incluye varios componentes críticos que permiten el correcto funcionamiento de los digestores y otros equipos. Estos componentes son:

#### **1. Construcción y Edificios:**

Construcción del edificio principal: Incluye la construcción de una estructura que albergará los digestores y otros equipos principales, oficinas, y áreas de control.

Coste estimado: 51.500 €

2. Tanques de Almacenamiento:

Tanques de almacenamiento de sustrato y digestato: Estos tanques son necesarios para almacenar el material de entrada (sustrato) y el digestato producido.

Coste estimado: 20.600 €

3. Sistemas de Tuberías y Conexiones:

Red de tuberías: Conexiones entre los tanques de almacenamiento, digestores y sistemas de salida para el biogás y el digestato.

Coste estimado: 15.600€

4. Sistemas de Control y Automatización:

Equipos de monitoreo y control: Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitorizar y controlar el proceso de digestión.

Coste estimado: 12.000 €

5. Sistema de Gestión de Residuos:

Planta de tratamiento de residuos: Instalaciones para gestionar los residuos sólidos y líquidos generados durante el proceso.

Coste estimado: 12.500 €

6. Obras Civiles y Terreno:

Preparación del terreno: Incluye excavaciones, nivelación y pavimentación del área donde se ubicará la planta.

Coste estimado: 10.000 €

Sistemas de Seguridad y Protección:

Sistemas de seguridad: Equipos y sistemas para garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones (extintores, alarmas, etc.).

Coste estimado: 5.150 €

Resumen de Costes de Infraestructura:

Construcción y Edificios: 51.500 €

Tanques de Almacenamiento: 20.600 €

Sistemas de Tuberías y Conexiones: 15.600€

Sistemas de Control y Automatización: 12.000 €

Sistema de Gestión de Residuos: 12.500 €

Obras Civiles y Terreno: 10.000 €

Sistemas de Seguridad y Protección: 5.150 €

- **Total de Infraestructura:** 163.238,45€

Los costes de infraestructura varían en función de la escala del proyecto, la complejidad de las instalaciones y la ubicación de la planta. La horquilla de precios refleja estas posibles variaciones y asegura que se consideran todas las necesidades operativas y de seguridad para el correcto funcionamiento de la planta de biogás.

### **2.1.3. Equipos Adicionales**

Se necesitan equipos adicionales para el funcionamiento eficiente y seguro de la planta de biogás. Estos equipos incluyen sistemas de procesamiento, equipos de transporte y manejo de materiales, generadores y otros componentes esenciales. A continuación, se detallan los equipos adicionales necesarios y sus costes estimados:

Sistemas de Agitación y Mezclado:

Equipos de agitación: Mantienen el sustrato en movimiento dentro de los digestores para asegurar una mezcla homogénea y una digestión eficiente.

Coste estimado: 15.450 €

Bombas y Sistemas de Transporte:

Bombas de alimentación y descarga: Transportan el sustrato hacia los digestores y mueven el digestato hacia los tanques de almacenamiento.

Coste estimado: 15.000€

Desulfuradores y Sistemas de Purificación de Biogás:

Desulfuradores: Eliminan el sulfuro de hidrógeno del biogás producido para mejorar su calidad y reducir la corrosión en equipos.

Coste estimado: 8.240 €

Generadores de Energía:

Generadores: Convertir el biogás en energía eléctrica y térmica que puede ser utilizada para alimentar la planta y vender el excedente.

Coste estimado: 20.600 €

Sistemas de Control de Temperatura:

Calentadores y aislantes: Mantienen la temperatura óptima dentro de los digestores para maximizar la eficiencia de la digestión anaeróbica.

Coste estimado: 6.180 €

Equipos de Análisis y Monitoreo:

Sensores y equipos de análisis: Monitorizan parámetros críticos como la composición del biogás, el pH, la temperatura y otros indicadores del proceso.

Coste estimado: 3.605 €

Sistemas de Almacenamiento de Biogás:

Tanques de almacenamiento: Almacenan el biogás producido antes de su uso o venta.

Coste estimado: 15.450 €

Resumen de Costes de Equipos Adicionales:

Sistemas de Agitación y Mezclado: 15.450 €

Bombas y Sistemas de Transporte: 15.000€

Desulfuradores y Sistemas de Purificación de Biogás: 8.240 €

Generadores de Energía: 20.600 €

Sistemas de Control de Temperatura: 6.180 €

Equipos de Análisis y Monitoreo: 3.605 €

Sistemas de Almacenamiento de Biogás: 15.450 €

- **Total Equipos Adicionales:** 86.478,35 €

Estos equipos adicionales son esenciales para asegurar el funcionamiento eficiente y seguro de la planta de biogás. Cada componente cumple una función crítica en el proceso de digestión anaeróbica, tratamiento y utilización del biogás producido. La horquilla de precios refleja las variaciones posibles en los costes debido a diferencias en la calidad de los equipos, la escala de la planta y otros factores.

#### **2.1.4. Ingeniería y Diseño**

La ingeniería y el diseño son componentes críticos en la planificación y ejecución de una planta de biogás. Incluyen una serie de servicios profesionales y procesos técnicos esenciales para garantizar que la planta funcione de manera eficiente y cumpla con todas las normativas vigentes. A continuación, se detallan los componentes principales del coste asociado a ingeniería y diseño:

#### Estudios de Viabilidad y Planificación Inicial:

Estudios de Viabilidad: Evaluaciones preliminares para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto. Incluyen análisis de demanda, estudio de impacto ambiental y revisión de la normativa local.

Coste estimado: 8.100 €

#### Diseño Conceptual y Básico:

Diseño Conceptual: Elaboración de planos preliminares que definen la disposición general de la planta, incluyendo la ubicación de los digestores, tanques de almacenamiento y sistemas de control.

Diseño Básico: Desarrollo de planos detallados y especificaciones técnicas para la construcción y los equipos.

Coste estimado: 10.300 €

#### Ingeniería de Detalle:

Diseño de Sistemas y Equipos: Elaboración de planos detallados y especificaciones para la instalación de los equipos de proceso, tuberías, sistemas de control y otros componentes críticos.

Ingeniería Civil y Estructural: Diseño de la infraestructura física de la planta, incluyendo edificios, cimientos y estructuras de soporte.

Coste estimado: 8.240 €

#### Gestión de Proyectos y Supervisión de Construcción:

Gestión de Proyectos: Coordinación general del proyecto durante la fase de construcción para asegurar que se cumplan los plazos, presupuestos y especificaciones técnicas.

Supervisión de Construcción: Inspección y control de la calidad durante la construcción para garantizar que se sigan los planos y especificaciones.

Coste estimado: 5.623 €

#### Pruebas y Puesta en Marcha:

Pruebas de Equipos y Sistemas: Realización de pruebas para verificar el funcionamiento correcto de los equipos y sistemas antes de la puesta en marcha final.

Puesta en Marcha: Actividades para asegurar que la planta funcione de manera eficiente y se ajuste a las especificaciones de diseño.

Coste estimado: 5.150 €

Documentación y Capacitación:

Documentación Técnica: Elaboración de manuales de operación y mantenimiento, así como otros documentos necesarios para la operación de la planta.

Capacitación del Personal: Formación del personal operativo en el uso y mantenimiento de la planta y sus equipos.

Coste estimado: 10.300 €

Resumen de Costes de Ingeniería y Diseño:

Estudios de Viabilidad y Planificación Inicial: 8.100 €

Diseño Conceptual y Básico: 10.300 €

Ingeniería de Detalle: 8.240 €

Gestión de Proyectos y Supervisión de Construcción: 5.623 €

Pruebas y Puesta en Marcha: 5.150 €

Documentación y Capacitación: 10.300 €

- **Total Ingeniería y Diseño: 47.713 €**

Estos costes asociados a ingeniería y diseño son cruciales para el éxito del proyecto. Incluyen la planificación detallada, el diseño técnico, la gestión de la construcción, la puesta en marcha y la formación del personal. Estos elementos aseguran que la planta de biogás sea diseñada de manera eficiente y cumpla con todos los requisitos técnicos y reglamentarios. La horquilla de precios refleja las posibles variaciones en función de la complejidad del proyecto y las tarifas de los profesionales involucrados.

Sumando todos los componentes de la inversión inicial y teniendo en cuenta que con la base de datos importadas a Arquímedes se proporcionaron los precios más aproximados a la media:

- **Total Inversión Inicial: 295,248 € - 608,048 €**

## **2.2. Costes Operativos Anuales**

Los costes operativos anuales comprenden todos los gastos recurrentes necesarios para mantener la planta de biogás en funcionamiento. Estos costes incluyen la materia prima, la mano de obra, el mantenimiento, la energía, el tratamiento de residuos y otros gastos operativos esenciales. A continuación, se detallan los componentes principales de los costes operativos anuales:

### **2.2.1. Materia Prima**

La materia prima incluye todos los materiales orgánicos que se introducen en los digestores para producir biogás. Estos materiales pueden ser residuos agrícolas, residuos orgánicos de alimentos, estiércol, entre otros.

Coste estimado: 0 €

Coste por tonelada: Dependiendo del tipo de materia prima y su origen, el coste puede variar, pero teniendo en cuenta que este proyecto se basa en la simbiosis industrial el coste sería prácticamente nulo.

### **2.2.2. Mano de Obra**

Los costes de mano de obra incluyen los salarios y beneficios del personal necesario para operar la planta. Esto puede incluir operadores de planta, técnicos de mantenimiento, personal administrativo y otros roles necesarios.

Coste estimado: 54.198,60 €

Operadores y Técnicos: Sueldos y beneficios del personal técnico y operativo.

Administración: Costes asociados con el personal administrativo y de gestión.

### **2.2.3. Mantenimiento**

El mantenimiento incluye los costes asociados con la reparación y el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de la planta.

Coste estimado: 36.070 €

Mantenimiento Preventivo: Costes para asegurar el funcionamiento continuo y eficiente de los equipos.

Mantenimiento Correctivo: Costes asociados con la reparación de fallos y averías.

### **2.2.4. Energía**

Los costes de energía cubren el suministro de electricidad, gas u otros tipos de energía necesarios para operar la planta.

Coste estimado: 9.270 €

Electricidad: Coste de la electricidad necesaria para operar los sistemas de la planta.

Biogás: Coste asociado con el uso de biogás generado, si se utiliza internamente.

### **2.2.5. Tratamiento de Residuos**

Incluye los costes asociados con el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos y líquidos generados por la planta, como el digestato.

Coste estimado: 13.184 €

Tratamiento de Digestato: Costes asociados con el manejo y tratamiento del digestato.

Disposición de Residuos: Costes para la eliminación de residuos sólidos y líquidos.

Otros costes operativos

Pueden incluir diversos gastos adicionales asociados con la operación diaria de la planta, como suministros, seguros, y gastos imprevistos.

Coste estimado: 7.210 €

Suministros y Materiales: Costes para materiales de uso diario y suministros.

Seguros: Costes de las pólizas de seguro para la planta y el equipo.

Gastos Imprevistos: Costes para imprevistos o emergencias.

Resumen de Costes Operativos Anuales:

Materia Prima: 0 €

Mano de Obra: 54.198,60 €

Mantenimiento: 36.070 €

Energía: 9.270 €

Tratamiento de Residuos: 13.184 €

Otros Costes Operativos: 7.210 €

Total Costes Operativos Anuales: 119.933,20 €

Estos costes operativos anuales son esenciales para el funcionamiento continuo de la planta de biogás. Incluyen todos los gastos recurrentes necesarios para mantener los equipos y sistemas en operación, asegurar el suministro de materia prima, gestionar la energía y tratar los residuos generados. La horquilla de precios que se presenta en la memoria refleja las posibles variaciones debido a cambios en los costes de los materiales, el personal, y otros factores operativos. Todos los presupuestos se realizaron con el programa Arquímedes.

### 3.PRESUPUESTOS

#### 3.1 PEM y PEC con IVA.

En este apartado se adjuntan los documentos necesarios. Primero, el Presupuesto de Ejecución Material o PEM y segundo, el Presupuesto de Licitación o Contrata, también llamado PEC:

#### Resumen de presupuesto

Proyecto: PRESUPUESTO DISEÑO PLANTA BIOGÁS

Capítulo	Importe	%
Capítulo 1 Coste del digestor.....	335.166,00	44,54
Capítulo 2 Infraestructura.....	163.238,45	21,69
Capítulo 3 Equipos adicionales.....	86.478,35	11,49
Capítulo 4 Ingeniería y diseño.....	47.713,00	6,34
Capítulo 5 Costes operativos anuales.....	119.933,20	15,94
<b>Presupuesto de ejecución material .....</b>	<b>752.529,00</b>	
0% de gastos generales.....	0,00	
0% de beneficio industrial.....	0,00	
Suma .....	752.529,00	
21% IVA.....	158.031,09	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata .....</b>	<b>910.560,09</b>	
<b>Honorarios de Arquitecto</b>		
Proyecto	8,00% sobre PEM .....	60.202,32
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto .....	12.642,49
	<b>Total honorarios de Proyecto .....</b>	<b>72.844,81</b>
Dirección de obra	10,00% sobre PEM .....	75.252,90
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .....	15.803,11
	<b>Total honorarios de Dirección de obra .....</b>	<b>91.056,01</b>
	<b>Total honorarios de Arquitecto .....</b>	<b>163.900,82</b>
<b>Honorarios de Aparejador</b>		
Dirección de obra	8,00% sobre PEM .....	60.202,32
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra .....	12.642,49
	<b>Total honorarios de Aparejador .....</b>	<b>72.844,81</b>
	<b>Total honorarios .....</b>	<b>236.745,63</b>
	<b>Total presupuesto general .....</b>	<b>1.147.305,72</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO CUARENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCO EUROS CON SETENTA Y DOS CENTIMOS.

Alcoi 2024  
Ingeniero Químico

Alejandro García Pérez

### 3.2 Cuadro de precios N.º 1

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1	2 Digestores de biogás diseñados por el proyecto fin de grado.	111.722,00	CIENTO ONCE MIL SETECIENTOS VEINTIDOS EUROS
2	1 Sensores y equipos de análisis: Monitorizan parámetros críticos como la composición del biogás, el pH, la temperatura y otros indicadores del proceso.	3.605,00	TRES MIL SEISCIENTOS CINCO EUROS
3	1 Calentadores y aislantes: Mantienen la temperatura óptima dentro de los digestores para maximizar la eficiencia de la digestión anaeróbica.	6.180,00	SEIS MIL CIENTO OCHENTA EUROS
4	1 Pueden incluir diversos gastos adicionales asociados con la operación diaria de la planta, como suministros, seguros, y gastos imprevistos.	7.210,00	SIETE MIL DOSCIENTOS DIEZ EUROS
5	1 Eliminan el sulfuro de hidrógeno del biogás producido para mejorar su calidad y reducir la corrosión en equipos.	8.240,00	OCHO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS
6	1 Elaboración de planos preliminares que definen la disposición general de la planta, incluyendo la ubicación de los digestores, tanques de almacenamiento y sistemas de control. Diseño Básico: Desarrollo de planos detallados y especificaciones técnicas para la construcción y los equipos.	10.300,00	DIEZ MIL TRESCIENTOS EUROS
7	1 Documentación Técnica: Elaboración de manuales de operación y mantenimiento, así como otros documentos necesarios para la operación de la planta. Capacitación del Personal: Formación del personal operativo en el uso y mantenimiento de la planta y sus equipos.	10.300,00	DIEZ MIL TRESCIENTOS EUROS
8	m Barandilla de aluminio anodizado con montantes y plafón, de 100 a 120 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas	164,49	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS
9	m Barandilla de aluminio lacado con montantes, plafón y travesaños, de 80 a 100 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas	114,25	CIENTO CATORCE EUROS CON VEINTICINCO CENTIMOS
10	m Barandilla de aluminio lacado con montantes, plafón y travesaños, de 120 a 140 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas	144,32	CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y DOS CENTIMOS
11	m Pasamano de madera de roble para barnizar, incluidos los tornillos, colocado atornillado	39,78	TREINTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y OCHO CENTIMOS
12	m Pasamano de aluminio anodizado, incluidos los tornillos, colocado atornillado	14,51	CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y UN CENTIMOS
13	m Barandilla de acero inoxidable austenítico de designación 1.4301 (AISI 304), con pasamano, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotes cada 10 cm, de 100 cm de altura, fijada mecánicamente en la obra con taco de acero, arandela y tuerca	216,57	DOSCIENTOS DIECISEIS EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CENTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
14	u Extremo para barrera metálica en forma de terminal cola de pez aplastada, fijado a muro	47,65	CUARENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS
15	m2 Reja galvanizada de entramado de acero de 10x40 mm de paso de malla, con marco de pasamano de acero y pletinas portantes de 20x2 mm, anclada con mortero de cemento 1:4, elaborado en la obra	100,22	CIEN EUROS CON VEINTIDOS CENTIMOS
16	m2 Reja para agujero de forma no rectangular con marco exterior con pletinas de acero inoxidable de 30x5 mm y malla de alambres de acero inoxidable electrosoldado, de 2 mm de diámetro y paso de malla de 25 mm, colocada con fijaciones mecánicas	165,48	CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS
17	u Placa de señalización interior de plancha de acero perforada, con caracteres alfanuméricos, de 60x7 cm, con soporte, fijada mecánicamente	31,35	TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA Y CINCO CENTIMOS
18	u Placa de señalización interior de plancha de aluminio pintada, con caracteres alfanuméricos, de 16x10 cm, fijada mecánicamente al paramento	20,12	VEINTE EUROS CON DOCE CENTIMOS
19	u Rótulo tipo 1A-4L y 3A-4L, de termómetro parcial, con accesorios de montaje, colocado adosado	279,52	DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CENTIMOS
20	m2 Vinil autoadhesivo con diferentes pictogramas, colocado	284,51	DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y UN CENTIMOS
21	u Placa circular para señales de tráfico, de acero galvanizado y pintado, de 50 cm de diámetro, acabada con pintura no reflectante, fijada mecánicamente	28,61	VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA Y UN CENTIMOS
22	1 Construcción del edificio principal: Incluye la construcción de una estructura que albergará los digestores y otros equipos principales, oficinas, y áreas de control.	51.500,00	CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS EUROS
23	m Tubo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) con soldadura longitudinal, de 22 mm de diámetro exterior y 0,7 mm de espesor de pared, serie 1 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad bajo y colocado empotrado	6,76	SEIS EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS
24	m Tubo de acero inoxidable 1.4307 (AISI 304L) con soldadura longitudinal, de 76,1 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor de pared, serie 2 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad medio y colocado superficialmente	59,10	CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON DIEZ CENTIMOS
25	m Tubo de polietileno de designación PE 100, de 50 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, UNE-EN 12201-2, conectado a presión, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico y colocado en el fondo de la zanja	13,46	TRECE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
26	m Tubo de polietileno de designación PE 100, de 63 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldado, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico y colocado superficialmente	19,52	DIECINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
27	u Bomba centrífuga monobloque multietapa vertical de conexión roscada, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", diámetro nominal de la impulsión 1 1/4 ", presión nominal 10 bar, 5 rotores, motor monofásico de 230 V y 1,1 kW de potencia a 2900 rpm, IP68, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) 0,7 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), montada superficialmente	875,00	OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS
28	u Bomba centrífuga monobloque multietapa vertical de conexión roscada, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", diámetro nominal de la impulsión 1 1/4 ", presión nominal 10 bar, 6 rotores, motor monofásico de 230 V y 0,9 kW de potencia a 2900 rpm, IP68, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) 0,6 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), montada superficialmente	816,49	OCHOCIENTOS DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
29	u Centralita electrónica para la detección de gas, para un sensor remoto, instalada	217,47	DOSCIENTOS DIECISIETE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
30	u Sirena electrónica para instalación analógica, nivel de potencia acústica 93 dB, alimentada desde el lado, con señal luminoso y sonido multitono, grado de protección IP-54, fabricada según la norma UNE-EN 54-3, colocada al interior	69,04	SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS
31	u Boca de incendios equipada de 25 mm de diámetro, BIE-25, formada por armario de chapa de acero pintada y puerta con marco de acero y visor de metacrilato, incluida BIE (debanadora de alimentación axial abatible, manguera de 20 m y lanza), para colocar empotrada, incluido parte proporcional de accesorios y todo el pequeño material auxiliar de conexión y montaje	348,14	TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
32	u Rociador automático cara arriba, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 68 a 74 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería	15,71	QUINCE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
33	u Rociador automático cara abajo, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 93 a 100 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería	15,79	QUINCE EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
34	u Rociador automático de pared, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 93 a 100 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería	21,92	VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
35	u Extintor manual de polvo seco polivalente, de carga 6 kg, con presión incorporada, cromado, con soporte a pared	73,97	SETENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS
36	u Extintor automático de polvo seco polivalente ABC de 6 kg de capacidad y una eficacia de 27A-188B/C, con manómetro, percusor térmico y posibilidad de disparo manual, incluidos los soportes para colgar del techo, instalado	88,49	OCHENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS
37	u Válvula de bola manual con rosca, de dos piezas con paso total, de bronce, de diámetro nominal 4", de 10 bar de PN y precio alto, montada en arqueta de canalización enterrada	476,30	CUATROCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA CENTIMOS
38	u Válvula de retención de disco con rosca, diámetro nominal 4", ejecución reforzada, cuerpo de latón, disco de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), asiento de caucho nitrilo (NER), muelle de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), presión máxima 12 bar, temperatura máxima 100 °C, roscada	298,52	DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CENTIMOS
39	1 Los costes de energía cubren el suministro de electricidad, gas u otros tipos de energía necesarios para operar la planta.	9.270,00	NUEVE MIL DOSCIENTOS SETENTA EUROS
40	u Válvula de paso de gas de 15 mm de DN, con conexión rosca gas hembra G 1/2.. y junta plana macho G 3/4.., con obturador esférico, según norma UNE 60.708	11,60	ONCE EUROS CON SESENTA CENTIMOS
41	u Electroválvula de rearmamiento manual para corte de gas natural, del tipo NC (normalmente cerrada), alimentación a 230 V a.c., con conexiones roscadas de 1/2.. y presión máxima de 500 mbar, montada	100,13	CIEN EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
42	u Bomba centrífuga montada sobre bancada, normalizada según UNE-EN 733, tamaño normalizado 150-315, diámetro nominal de la impulsión 150 mm, diámetro nominal del rotor 315 mm, diámetro nominal de la aspiración 200 mm, presión nominal 10 bar, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI)≤0,4 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, motor trifásico de 400 V y 30 kW a 1450 rpm, con una clase de eficiencia energética IE3 según REGLAMENTO (CE) 640/2009, cuerpo de fundición gris EN-GJL-250 (GG25), montada superficialmente	9.260,75	NUEVE MIL DOSCIENTOS SESENTA EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS
43	u Bomba sumergible para aguas residuales con conexión roscada de 2" de diámetro nominal, rotor tipo monocanal con un paso útil de sólidos de 40 a 50 mm de diámetro, motor trifásico de 400 V y una potencia de 0,5 a 0,75 kW a 2900 rpm, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), con una clase de eficiencia energética IE2, según REGLAMENTO (CE) 640/2009, tomada en arqueta de canalización enterrada	821,70	OCHOCIENTOS VEINTIUN EUROS CON SETENTA CENTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
44	u Grupo de presión compacto para instalaciones contra incendios según UNE 23500, de 48 m3/h de caudal nominal y 60 m.c.a. de altura manométrica, con una bomba principal acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) accionada por motor trifásico de 400 V y 15 kW de potencia, de diámetro nominal de la aspiración 65 mm, amb una bomba jockey de 1,1 kW de potencia, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", colector de la impulsión 125, incluye cuadro eléctrico de protección y maniobra, incluye calderín, con una clase de eficiencia energética de la bomba principal IES, según REGLAMENTO (CE) 640/2009, montado superficialmente	5.642,08	CINCO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHO CENTIMOS
45	u Carrete extensible de desmontaje con bridas, con virola interior y exterior de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), junta de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), revestimiento de resina epoxy (150 micras), de 125 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, montado en arqueta de canalización enterrada	216,37	DOSCIENTOS DIECISEIS EUROS CON TREINTA Y SIETE CENTIMOS
46	1 Conexiones entre los tanques de almacenamiento, digestores y sistemas de salida para el biogás y el digestato.	6.180,00	SEIS MIL CIENTO OCHENTA EUROS
47	1 Convertir el biogás en energía eléctrica y térmica que puede ser utilizada para alimentar la planta y vender el excedente.	20.600,00	VEINTE MIL SEISCIENTOS EUROS
48	1 Planta de tratamiento de residuos: Instalaciones para gestionar los residuos sólidos y líquidos generados durante el proceso.	12.875,00	DOCE MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS
49	1 Gestión de Proyectos: Coordinación general del proyecto durante la fase de construcción para asegurar que se cumplan los plazos, presupuestos y especificaciones técnicas. Supervisión de Construcción: Inspección y control de la calidad durante la construcción para garantizar que se sigan los planos y especificaciones.	5.623,00	CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTITRES EUROS
50	1 Preparación del terreno: Incluye excavaciones, nivelación y pavimentación del área donde se ubicará la planta.	10.000,00	DIEZ MIL EUROS
51	1 Diseño de Sistemas y Equipos: Elaboración de planos detallados y especificaciones para la instalación de los equipos de proceso, tuberías, sistemas de control y otros componentes críticos. Ingeniería Civil y Estructural: Diseño de la infraestructura física de la planta, incluyendo edificios, cimientos y estructuras de soporte.	6.240,00	OCHO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS
52	1 Los costes de mano de obra incluyen los salarios y beneficios del personal necesario para operar la planta. Esto puede incluir operadores de planta, técnicos de mantenimiento, personal administrativo y otros roles necesarios.	54.198,60	CINCUENTA Y CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA CENTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
53	1 El mantenimiento incluye los costos asociados con la reparación y el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de la planta.	36.070,60	TREINTA Y SEIS MIL SETENTA EUROS CON SESENTA CENTIMOS
54	1 La materia prima incluye todos los materiales orgánicos que se introducen en los digestores para producir biogás. Estos materiales pueden ser residuos agrícolas, residuos orgánicos de alimentos, estiércol, entre otros. Teniendo en cuenta que el proyecto se basa en la simbiosis industrial en la Mancomunidad de Alcoi el coste de la materia prima es prácticamente cero.	0,00	CERO EUROS
55	1 Pruebas de Equipos y Sistemas: Realización de pruebas para verificar el funcionamiento correcto de los equipos y sistemas antes de la puesta en marcha final. Puesta en Marcha: Actividades para asegurar que la planta funcione de manera eficiente y se ajuste a las especificaciones de diseño.	5.150,00	CINCO MIL CIENTO CINCUENTA EUROS
56	1 Equipos de monitoreo y control: Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitorizar y controlar el proceso de digestión.	12.360,00	DOCE MIL TRESCIENTOS SESENTA EUROS
57	1 Sistemas de seguridad: Equipos y sistemas para garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones (extintores, alarmas, etc.).	5.150,00	CINCO MIL CIENTO CINCUENTA EUROS
58	1 Mantienen el sustrato en movimiento dentro de los digestores para asegurar una mezcla homogénea y una digestión eficiente.	15.450,00	QUINCE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS
59	1 Almacenan el biogás producido antes de su uso o venta.	15.450,00	QUINCE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS
60	1 Estos tanques son necesarios para almacenar el material de entrada (sustrato) y el digestato producido.	20.600,00	VEINTE MIL SEISCIENTOS EUROS
61	1 Incluye los costes asociados con el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos y líquidos generados por la planta, como el digestato.	13.184,00	TRECE MIL CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS
62	1 Evaluaciones preliminares para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto. Incluyen análisis de demanda, estudio de impacto ambiental y revisión de la normativa local.	8.100,00	OCHO MIL CIEN EUROS
	Alcoy 2024 Ingeniero Químico		
	Alejandro García Pérez		

### 3.3 Cuadro de precios N.º 2

#### Cuadro de precios nº 2

**Advertencia:** Los precios del presente cuadro se aplicarán única y exclusivamente en los casos que sea preciso abonar obras incompletas cuando por rescisión u otra causa no lleguen a terminarse las contratadas, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1	<b>1 Coste del digestor</b>		
000001	2 Digestores de biogás diseñados por el proyecto fin de grado. (Medios auxiliares)		
	Digestores de biogás 1,000 2 108.467,961	108.467,96	
	Total	108.467,961	
	3% Costes indirectos	3.254,04	
			111.722,00
2.1	<b>2 Infraestructura</b>		
	m2 Reja galvanizada de entramado de acero de 10x40 mm de paso de malla, con marco de pasamano de acero y pletinas portantes de 20x2 mm, anclada con mortero de cemento 1:4, elaborado en la obra		
	(Mano de obra)		
A0122000	Oficial la albañil	0,500 h	21,980
A0140000	Peón	0,300 h	18,270
A0150000	Peón especialista	0,005 h	18,990
	(Maquinaria)		
C1706600	Hormigonera 165l	0,004 h	1,710
	(Materiales)		
B0111000	Agua	0,001 m3	1,670
B0310020	Arena p/morte.	0,008 t	17,370
B0512401	Cemento pórtland+caLisa CEM II/B-L 32,5R..	0,002 t	103,300
BB32U0...	Reja galv.entramado acero 10x40mm,marco ...	1,000 m2	80,150
	(Resto obra)		0,23
	Total		97,300
	3% Costes indirectos		2,92
			100,22
2.2	m2 Reja para agujero de forma no rectangular con marco exterior con pletinas de acero inoxidable de 30x5 mm y malla de alambres de acero inoxidable electrosoldado, de 2 mm de diámetro y paso de malla de 25 mm, colocada con fijaciones mecánicas		
	(Mano de obra)		
A012F000	Oficial la cerrajero	0,500 h	22,330
A013F000	Ayudante cerrajero	0,300 h	19,570
	(Materiales)		
B0A62F90	Taco acero D=10mm,torn./arand./tuerca	4,000 u	0,960
BB32U2...	Reja p/hueco no rect.marco.plet.acero in...	1,000 m2	139,520
	(Resto obra)		0,26
	Total		160,680
	3% Costes indirectos		4,82
			165,48

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.3	m Barandilla de acero inoxidable austenítico de designación 1.4301 (AISI 304), con pasamano, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotos cada 10 cm, de 100 cm de altura, fijada mecánicamente en la obra con taco de acero, arandela y tuerca		
	(Mano de obra)		
A012F000	Oficial la cerrajero	0,400 h	22,330
A013F000	Ayudante cerrajero	0,200 h	19,570
	(Materiales)		
B0A62F90	Taco acero D=10mm, torn./arand./tuerca	2,000 u	0,960
BB1518...	Barandilla ac.inox.1.4301 (AISI 304), pas...	1,000 m	195,180
	(Resto obra)		0,32
	Total		210,260
	3% Costes indirectos		6,31
			216,57
2.4	m Pasamano de aluminio anodizado, incluidos los tornillos, colocado atomillado		
	(Mano de obra)		
A012F000	Oficial la cerrajero	0,100 h	22,330
A013F000	Ayudante cerrajero	0,100 h	19,570
	(Materiales)		
BB145000	Pasamano alum. anodizado	1,000 m	9,800
	(Resto obra)		0,10
	Total		14,090
	3% Costes indirectos		0,42
			14,51
2.5	m Pasamano de madera de roble para barnizar, incluidos los tornillos, colocado atomillado		
	(Mano de obra)		
A012A000	Oficial la carpintero	0,100 h	22,380
A013A000	Ayudante carpintero	0,100 h	19,640
	(Materiales)		
BB141000	Pasamano roble p/barnizar	1,000 m	34,310
	(Resto obra)		0,11
	Total		38,620
	3% Costes indirectos		1,16
			39,78
2.6	m Barandilla de aluminio lacado con montantes, plafón y travesaños, de 120 a 140 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas		
	(Mano de obra)		
A012M0...	Oficial la montador	0,600 h	22,720
A013M0...	Ayudante montador	0,300 h	19,490
	(Materiales)		
B0A63H...	Taco químico D=12mm, torn./arand./tuerca	4,000 u	3,830
BB133V...	Barandilla aluminio lacado, montantes+pla...	1,000 m	104,830
	(Resto obra)		0,49
	Total		140,120
	3% Costes indirectos		4,20
			144,32

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación	Importe			
				Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.7	m Barandilla de aluminio lacado con montantes, plafón y travesaños, de 80 a 100 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas				
	(Mano de obra)				
A012M0...	Oficial la montador	0,500 h	22,720	11,36	
A013M0...	Ayudante montador	0,250 h	19,490	4,87	
	(Materiales)				
B0A63H...	Taco químico D=12mm, torn./arand./tuerca	4,000 u	3,830	15,32	
BB133V...	Barandilla aluminio lacado, montantes+pla...	1,000 m	78,960	78,96	
	(Resto obra)			0,41	
	Total			110,920	
	3% Costes indirectos			3,33	
					114,25
2.8	m Barandilla de aluminio anodizado con montantes y plafón, de 100 a 120 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas				
	(Mano de obra)				
A012M0...	Oficial la montador	0,450 h	22,720	10,22	
A013M0...	Ayudante montador	0,230 h	19,490	4,48	
	(Materiales)				
B0A63H...	Taco químico D=12mm, torn./arand./tuerca	4,000 u	3,830	15,32	
BB131E...	Barandilla aluminio anodizado, montantes+...	1,000 m	129,310	129,31	
	(Resto obra)			0,37	
	Total			159,700	
	3% Costes indirectos			4,79	
					164,49
2.9	u Extremo para barrera metálica en forma de terminal cola de pez aplastada, fijado a muro				
	(Mano de obra)				
A0121000	Oficial la	0,167 h	21,980	3,67	
A0140000	Peón	0,167 h	18,270	3,05	
	(Materiales)				
BBMZP...	Parte prop.elem.fijación,p/barrera flexi...	1,000 u	7,280	7,28	
BBMZR...	Terminal cola pes aplastada acero galv.p...	1,000 u	32,160	32,16	
	(Resto obra)			0,10	
	Total			46,260	
	3% Costes indirectos			1,39	
					47,65
2.10	1 Construcción del edificio principal: Incluye la construcción de una estructura que albergará los digestores y otros equipos principales, oficinas, y áreas de control.				
	(Medios auxiliares)				
EDF919...	Construcción de edificio para planta de ...	1,000 1	50.000,000	50.000,00	
	Total			50.000,000	
	3% Costes indirectos			1.500,00	
					51.500,00
2.11	1 Estos tanques son necesarios para almacenar el material de entrada (sustrato) y el digestato producido.				
	(Medios auxiliares)				
TAQ193...	Tanques de almacenamiento de sustrato y ...	1,000 1	20.000,000	20.000,00	
	Total			20.000,000	
	3% Costes indirectos			600,00	
					20.600,00

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
2.12	m Tubo de polietileno de designación PE 100, de 63 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldado, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico y colocado superficialmente (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,160 h	22,720	3,64
A013M0...	Ayudante montador	0,160 h	19,490	3,12
	(Materiales)			
B0A75K...	Abrazadera plástica, d/int.=63mm	0,900 u	1,420	1,28
BFB19800	Tubo PE 100, DN=63mm, PN=16bar, serie SDR 1...	1,020 m	2,200	2,24
BFWB1...	Accesorio p/tubos poliet.alta dens. DN=6...	0,300 u	27,520	8,26
BFYB19...	Pp.elem.mont.p/tubos poliet.alta dens. D...	1,000 u	0,340	0,34
	(Resto obra)			0,07
	Total		18,950	
	3% Costes indirectos			0,57
				19,52
2.13	m Tubo de polietileno de designación PE 100, de 50 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, UNE-EN 12201-2, conectado a presión, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico y colocado en el fondo de la zanja (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,200 h	22,720	4,54
A013M0...	Ayudante montador	0,200 h	19,490	3,90
	(Materiales)			
BFB18600	Tubo PE 100, DN=50mm, PN=16bar, serie SDR 1...	1,020 m	1,390	1,42
BFWB1...	Accesorio p/tubos poliet.alta dens. DN=5...	0,300 u	10,240	3,07
BFYB18...	Pp.elem.mont.p/tubos poliet.alta dens. D...	1,000 u	0,060	0,06
	(Resto obra)			0,08
	Total		13,070	
	3% Costes indirectos			0,39
				13,46
2.14	m Tubo de acero inoxidable 1.4307 (AISI 304L) con soldadura longitudinal, de 76,1 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor de pared, serie 2 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad medio y colocado superficialmente (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,250 h	22,720	5,68
A013M0...	Ayudante montador	0,250 h	19,490	4,87
	(Materiales)			
B0A7B...	Abrazadera INOX., isofónica, D=76mm	0,400 u	3,320	1,33
BF422B...	Tubo acero inox.1.4307 (AISI 304L), 76,1...	1,020 m	16,690	17,02
BFW41...	Accesorio p/tubo ac.inox., D=76,1mm, p/uni...	0,300 u	94,560	28,37
	(Resto obra)			0,11
	Total		57,380	
	3% Costes indirectos			1,72
				59,10
2.15	m Tubo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) con soldadura longitudinal, de 22 mm de diámetro exterior y 0,7 mm de espesor de pared, serie 1 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad bajo y colocado empotrado (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,085 h	22,720	1,93
A013M0...	Ayudante montador	0,085 h	19,490	1,66
	(Materiales)			
BF421570	Tubo acero inox.1.4301 (AISI 304), 22x0,...	1,020 m	1,990	2,03
BFW41...	Accesorio p/tubo ac.inox., D=22mm, p/unión...	0,150 u	6,030	0,90
	(Resto obra)			0,04
	Total		6,560	
	3% Costes indirectos			0,20
				6,76

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación	Importe			
		Parcial (Euros)	Total (Euros)		
2.16	1 Equipos de monitoreo y control: Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitorizar y controlar el proceso de digestión. (Medios auxiliares) Sistemas SCADA	1,000 1	12.000,000	12.000,00	12.360,00
SCADA...			Total	12.000,000	
			3% Costes indirectos	360,00	
2.17	1 Preparación del terreno: Incluye excavaciones, nivelación y pavimentación del área donde se ubicará la planta. (Medios auxiliares) Obras Cíviles y Terreno	1,000 1	9.708,738	9.708,74	10.000,00
GRT092			Total	9.708,738	
			3% Costes indirectos	291,26	
2.18	u Grupo de presión compacto para instalaciones contra incendios según UNE 23500, de 48 m <sup>3</sup> /h de caudal nominal y 60 m.c.a. de altura manométrica, con una bomba principal acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) accionada por motor trifásico de 400 V y 15 kW de potencia, de diámetro nominal de la aspiración 65 mm, amb una bomba jockey de 1,1 kW de potencia, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4", colector de la impulsión 125, incluye cuadro eléctrico de protección y maniobra, incluye calderín, con una clase de eficiencia energética de la bomba principal IE3, según REGLAMENTO (CE) 640/2009, montado superficialmente (Mano de obra)				5.642,08
A012M0...	Oficial la montador	4,000 h	22,720	90,88	
A013M0...	Ayudante montador	4,000 h	19,490	77,96	
	(Materiales)				
BNXA2...	Grupo presión compacto p/inst.incend.,48...	1,000 u	5.306,380	5.306,38	
	(Resto obra)			2,53	
			Total	5.477,750	
			3% Costes indirectos	164,33	
2.19	1 Sistemas de seguridad: Equipos y sistemas para garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones (extintores, alarmas, etc.). (Medios auxiliares) Instalación de sistemas de Seguridad y P...	1,000 1	5.000,000	5.000,00	
SEC9384			Total	5.000,000	
			3% Costes indirectos	150,00	
2.20	u Centralita electrónica para la detección de gas, para un sensor remoto, instalada (Mano de obra)				5.150,00
A012M0...	Oficial la montador	0,800 h	22,720	18,18	
A013M0...	Ayudante montador	0,500 h	19,490	9,75	
	(Materiales)				
BM12U...	Centralita electrónica p/detección gas n...	1,000 u	182,510	182,51	
	(Resto obra)			0,70	
			Total	211,140	
			3% Costes indirectos	6,33	
2.21	1 Planta de tratamiento de residuos: Instalaciones para gestionar los residuos sólidos y líquidos generados durante el proceso. (Medios auxiliares) Sistema de Gestión de Residuos	1,000 1	12.500,000	12.500,00	217,47
GEST1...			Total	12.500,000	
			3% Costes indirectos	375,00	
					12.875,00

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
2.22	u Sirena electrónica para instalación analógica, nivel de potencia acústica 93 dB, alimentada desde el lazo, con señal luminoso y sonido multitono, grado de protección IP-54, fabricada según la norma UNE-EN 54-3, colocada al interior			
	(Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,240 h	22,720	5,45
A013M0...	Ayudante montador	0,240 h	19,490	4,68
	(Materiales)			
BM1321...	Sirena electr., instal. analógica, 93dB, ali...	1,000 u	56,220	56,22
BMY13...	P.p.elementos especiales p/siren.	1,000 u	0,580	0,58
	(Resto obra)			0,10
			Total	67,030
			3% Costes indirectos	2,01
				69,04
2.23	u Boca de incendios equipada de 25 mm de diámetro, BIE-25, formada por armario de chapa de acero pintada y puerta con marco de acero y visor de metacrilato , incuida BIE (debanadora de alimentación axial abatible,manguera de 20 m y lanza ) , para colocar empotrada, incluido parte proporcional de accesorios y todo el pequeño material auxiliar de conexión y montaje			
	(Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	1,500 h	22,720	34,08
A013M0...	Ayudante montador	1,500 h	19,490	29,24
	(Materiales)			
BM235...	BIE-25,armario chapa pintada,puerta con ...	1,000 u	273,450	273,45
BMY23...	P.p.elementos especiales p/bocas incen.	1,000 u	0,600	0,60
	(Resto obra)			0,63
			Total	338,000
			3% Costes indirectos	10,14
				348,14
2.24	u Rociador automático cara arriba, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 68 a 74 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería			
	(Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,220 h	22,720	5,00
A013M0...	Ayudante montador	0,220 h	19,490	4,29
	(Materiales)			
BM241...	Rociador automático arriba,bronce,fusibl...	1,000 u	4,380	4,38
BMY24...	P.p.elementos especiales p/detec-extint...	1,000 u	1,490	1,49
	(Resto obra)			0,09
			Total	15,250
			3% Costes indirectos	0,46
				15,71
2.25	u Rociador automático cara abajo, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 93 a 100 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería			
	(Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,220 h	22,720	5,00
A013M0...	Ayudante montador	0,220 h	19,490	4,29
	(Materiales)			
BM242...	Rociador automático abajo,bronce,fusible...	1,000 u	4,460	4,46
BMY24...	P.p.elementos especiales p/detec-extint...	1,000 u	1,490	1,49
	(Resto obra)			0,09
			Total	15,330
			3% Costes indirectos	0,46
				15,79

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
2.26	u Rociador automático de pared, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 93 a 100 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,220 h	22,720	5,00
A013M0...	Ayudante montador	0,220 h	19,490	4,29
	(Materiales)			
BM243...	Rociador automático de pared, bronce, fusi...	1,000 u	10,410	10,41
BMY24...	P.p.elementos especiales p/detec-extint...	1,000 u	1,490	1,49
	(Resto obra)			0,09
			Total	21,290
	3% Costes indirectos			0,64
				21,92
2.27	u Extintor automático de polvo seco polivalente ABC de 6 kg de capacidad y una eficacia de 27A-183B/C, con manómetro, percusor térmico y posibilidad de disparo manual, incluidos los soportes para colgar del techo, instalado (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,400 h	22,720	9,09
A013M0...	Ayudante montador	0,400 h	19,490	7,80
	(Materiales)			
BM31U...	Extintor automático polvo seco, ABC, 6Kg, e...	1,000 u	59,850	59,85
BMY3U...	Soporte extintor, p/techo	1,000 u	9,000	9,00
	(Resto obra)			0,17
			Total	85,910
	3% Costes indirectos			2,58
				88,49
2.28	u Extintor manual de polvo seco polivalente, de carga 6 kg, con presión incorporada, cromado, con soporte a pared (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,200 h	22,720	4,54
A013M0...	Ayudante montador	0,200 h	19,490	3,90
	(Materiales)			
BM3126...	Extintor polvo seco poliv., 6kg, presión i...	1,000 u	62,990	62,99
BMY31...	P.p.elementos especiales p/extint.	1,000 u	0,310	0,31
	(Resto obra)			0,08
			Total	71,820
	3% Costes indirectos			2,15
				73,97
2.29	m2 Vinil autoadhesivo con diferentes pictogramas, colocado (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,536 h	22,720	12,18
A013M0...	Ayudante montador	0,900 h	19,490	17,54
	(Materiales)			
BB92U2...	Vinilo autoadhesivo, diferentes pictogram...	1,000 m2	246,050	246,05
	(Resto obra)			0,45
			Total	276,220
	3% Costes indirectos			8,29
				284,51

Cuadro de precios nº 2					
Nº	Designación	Importe			
				Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.30	u Placa de señalización interior de plancha de aluminio pintada, con caracteres alfanuméricos, de 16x10 cm, fijada mecánicamente al paramento (Mano de obra)				
A012M0...	Oficial la montador	0,150 h	22,720	3,41	
A013M0...	Ayudante montador	0,150 h	19,490	2,92	
	(Materiales)				
B0A61600	Taco nylon D=6-8mm,+tornillo	4,000 u	0,150	0,60	
BB92E...	Placa señal.int. plancha aluminio,pint.,...	1,000 u	12,510	12,51	
	(Resto obra)			0,09	
	Total			19,530	
	3% Costes indirectos			0,59	
					20,12
2.31	u Placa de señalización interior de plancha de acero perforada, con caracteres alfanuméricos, de 60x7 cm, con soporte, fijada mecánicamente (Mano de obra)				
A012M0...	Oficial la montador	0,150 h	22,720	3,41	
A013M0...	Ayudante montador	0,150 h	19,490	2,92	
	(Materiales)				
B0A61600	Taco nylon D=6-8mm,+tornillo	2,000 u	0,150	0,30	
BB92A...	Placa señal.int. plancha acero,perforada..	1,000 u	23,720	23,72	
	(Resto obra)			0,09	
	Total			30,440	
	3% Costes indirectos			0,91	
					31,35
2.32	u Rótulo tipo 1A-4L y 3A-4L, de termómetro parcial, con accesorios de montaje, colocado adosado (Mano de obra)				
A012M0...	Oficial la montador	2,000 h	22,720	45,44	
A013M0...	Ayudante montador	2,000 h	19,490	38,98	
	(Materiales)				
BB92M...	Rótulo tp. 1A-4L y 3A-4L,termómetro parci..	1,000 u	185,690	185,69	
	(Resto obra)			1,27	
	Total			271,380	
	3% Costes indirectos			8,14	
					279,52
2.33	u Placa circular para señales de tráfico, de acero galvanizado y pintado, de 50 cm de diámetro, acabada con pintura no reflectante, fijada mecánicamente (Mano de obra)				
A012M0...	Oficial la montador	0,300 h	22,720	6,82	
A013M0...	Ayudante montador	0,300 h	19,490	5,85	
	(Materiales)				
BBM12...	Placa circ. p/señ.tráf. acero galv.+pint..	1,000 u	14,920	14,92	
	(Resto obra)			0,19	
	Total			27,780	
	3% Costes indirectos			0,83	
					28,61
2.34	1 Conexiones entre los tanques de almacenamiento, digestores y sistemas de salida para el biogás y el digestato. (Medios auxiliares)				
EXTRA...	Presupuesto extra para conexiones entre ...	1,000 1	6.000,000	6.000,00	
	Total			6.000,000	
	3% Costes indirectos			180,00	
					6.180,00
	<b>3 Equipos adicionales</b>				

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
3.1	u Carrete extensible de desmontaje con bridas, con virola interior y exterior de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), junta de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), revestimiento de resina epoxy (150 micras), de 125 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, montado en arqueta de canalización enterrada (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	1,620 h	22,720	36,81
A013M0...	Ayudante montador	1,620 h	19,490	31,57
	(Materiales)			
BNZ116...	Carrete desmontaje+bridas,1.4301 (AISI 3...	1,000 u	140,660	140,66
	(Resto obra)			1,03
			Total	210,070
		3% Costes indirectos		6,30
				216,37
3.2	1 Mantienen el sustrato en movimiento dentro de los digestores para asegurar una mezcla homogénea y una digestión eficiente. (Medios auxiliares)			
SISTEM...	Sistemas de Agitación y Mezclado	1,000 1	15.000,000	15.000,00
			Total	15.000,000
		3% Costes indirectos		450,00
				15.450,00
3.3	u Bomba centrífuga monobloque multietapa vertical de conexión roscada, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", diámetro nominal de la impulsión 1 1/4 ", presión nominal 10 bar, 5 rotores, motor monofásico de 230 V y 1,1 kW de potencia a 2900 rpm, IP68, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) 0,7 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), montada superficialmente (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	2,500 h	22,720	56,80
A013M0...	Ayudante montador	2,500 h	19,490	48,73
	(Materiales)			
BNH315...	Bomba centríf.monob.multiet.vert., PN=10b...	1,000 u	742,400	742,40
	(Resto obra)			1,58
			Total	849,510
		3% Costes indirectos		25,49
				875,00
3.4	u Bomba centrífuga monobloque multietapa vertical de conexión roscada, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", diámetro nominal de la impulsión 1 1/4 ", presión nominal 10 bar, 6 rotores, motor monofásico de 230 V y 0,9 kW de potencia a 2900 rpm, IP68, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) 0,6 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), montada superficialmente (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	2,500 h	22,720	56,80
A013M0...	Ayudante montador	2,500 h	19,490	48,73
	(Materiales)			
BNH316...	Bomba centríf.monob.multiet.vert., PN=10b...	1,000 u	685,600	685,60
	(Resto obra)			1,58
			Total	792,710
		3% Costes indirectos		23,78
				816,49

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
3.5	u Bomba centrífuga montada sobre bancada, normalizada según UNE-EN 733, tamaño normalizado 150-315, diámetro nominal de la impulsión 150 mm, diámetro nominal del rotor 315 mm, diámetro nominal de la aspiración 200 mm, presión nominal 10 bar, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI)≤0,4 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, motor trifásico de 400 V y 30 kW a 1450 rpm, con una clase de eficiencia energética IE3 según REGLAMENTO (CE) 640/2009, cuerpo de fundición gris EN-GJL-250 (GG25), montada superficialmente			
	(Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	5,000 h	22,720	113,60
A013M0...	Ayudante montador	5,000 h	19,490	97,45
	(Materiales)			
BNH585...	Bomba bancada, norm.150-315, PN=10bar, 400V...	1,000 u	8.776,800	8.776,80
	(Resto obra)			3,17
			Total	8.991,020
	3% Costes indirectos			269,73
				9.260,75
3.6	u Bomba sumergible para aguas residuales con conexión roscada de 2" de diámetro nominal, rotor tipo monocanal con un paso útil de sólidos de 40 a 50 mm de diámetro, motor trifásico de 400 V y una potencia de 0,5 a 0,75 kW a 2900 rpm, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), con una clase de eficiencia energética IE2, según REGLAMENTO (CE) 640/2009, tomada en arqueta de canalización enterrada			
	(Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	4,000 h	22,720	90,88
A013M0...	Ayudante montador	4,000 h	19,490	77,96
	(Materiales)			
BNN212...	Bomb.sum.resid. rosc, 2", monocanal, paso 40...	1,000 u	626,400	626,40
	(Resto obra)			2,53
			Total	797,770
	3% Costes indirectos			23,93
				821,70
3.7	1 Eliminan el sulfuro de hidrógeno del biogás producido para mejorar su calidad y reducir la corrosión en equipos.			
	(Medios auxiliares)			
DESUL...	Desulfuradores y Sistemas de Purificació...	1,000 1	8.000,000	8.000,00
			Total	8.000,000
	3% Costes indirectos			240,00
				8.240,00
3.8	1 Convertir el biogás en energía eléctrica y térmica que puede ser utilizada para alimentar la planta y vender el excedente.			
	(Medios auxiliares)			
GEN01...	Generadores de energía	1,000 1	20.000,000	20.000,00
			Total	20.000,000
	3% Costes indirectos			600,00
				20.600,00
3.9	1 Calentadores y aislantes: Mantienen la temperatura óptima dentro de los digestores para maximizar la eficiencia de la digestión anaeróbica.			
	(Medios auxiliares)			
CALEN...	Sistemas de control de temperatura	1,000 1	6.000,000	6.000,00
			Total	6.000,000
	3% Costes indirectos			180,00
				6.180,00

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
3.10	1 Sensores y equipos de análisis: Monitorizan parámetros críticos como la composición del biogás, el pH, la temperatura y otros indicadores del proceso. (Medios auxiliares)			
ANALIO...	Equipos de monitoreo	1,000 1	3.500,000	3.500,00
			Total	3.500,000
			3% Costes indirectos	105,00
				3.605,00
3.11	1 Almacenan el biogás producido antes de su uso o venta. (Medios auxiliares)			
TANQU...	Tanques de almacenamiento de biogas	1,000 1	15.000,000	15.000,00
			Total	15.000,000
			3% Costes indirectos	450,00
				15.450,00
3.12	u Electroválvula de rearmamiento manual para corte de gas natural, del tipo NC (normalmente cerrada), alimentación a 230 V a.c., con conexiones roscadas de 1/2.. y presión máxima de 500 mbar, montada (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,170 h	22,720	3,86
A013M0...	Ayudante montador	0,170 h	19,490	3,31
BNG6A...	(Materiales) Electroválv. rearme manual GN, tipo NC, 230...	1,000 u	89,930	89,93
	(Resto obra)			0,11
			Total	97,210
			3% Costes indirectos	2,92
				100,13
3.13	u Válvula de paso de gas de 15 mm de DN, con conexión rosca gas hembra G 1/2.. y junta plana macho G 3/4... con obturador esférico, según norma UNE 60.708 (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	0,165 h	22,720	3,75
A013M0...	Ayudante montador	0,165 h	19,490	3,22
BNG1U...	(Materiales) Válvula gas DN15, rosca gas H G1/2..., jun...	1,000 u	4,190	4,19
	(Resto obra)			0,10
			Total	11,260
			3% Costes indirectos	0,34
				11,60
3.14	u Válvula de retención de disco con rosca, diámetro nominal 4", ejecución reforzada, cuerpo de latón, disco de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), asiento de caucho nitrilo (NBR), muelle de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), presión máxima 12 bar, temperatura máxima 100 °C, roscada (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	1,200 h	22,720	27,26
A013M0...	Ayudante montador	1,200 h	19,490	23,39
BN8412...	(Materiales) Válv. ret. disco+rosca, DN= 4", ejecución re...	1,000 u	238,420	238,42
	(Resto obra)			0,76
			Total	289,830
			3% Costes indirectos	8,69
				298,52

Cuadro de precios nº 2				
Nº	Designación	Importe		
		Parcial (Euros)	Total (Euros)	
3.15	u Válvula de bola manual con rosca, de dos piezas con paso total, de bronce, de diámetro nominal 4", de 10 bar de PN y precio alto, montada en arqueta de canalización enterrada (Mano de obra)			
A012M0...	Oficial la montador	1,200 h	22,720	27,26
A013M0...	Ayudante montador	1,200 h	19,490	23,39
	(Materiales)			
BN31D3...	Válvula bola manual+rosca,2piezas,paso t...	1,000 u	411,270	411,27
	(Resto obra)			0,51
	Total			462,430
	3% Costes indirectos			13,87
				476,30
	<b>4 Ingeniería y diseño</b>			
4.1	1 Evaluaciones preliminares para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto. Incluyen análisis de demanda, estudio de impacto ambiental y revisión de la normativa local. (Medios auxiliares)			
VIAL1973	Estudio de viabilidad y planificación in...	1,000 1	7.864,078	7.864,08
	Total			7.864,078
	3% Costes indirectos			235,92
				8.100,00
4.2	1 Elaboración de planos preliminares que definen la disposición general de la planta, incluyendo la ubicación de los digestores, tanques de almacenamiento y sistemas de control. Diseño Básico: Desarrollo de planos detallados y especificaciones técnicas para la construcción y los equipos. (Medios auxiliares)			
DIS019...	Diseño conceptual y básico de planos	1,000 1	10.000,000	10.000,00
	Total			10.000,000
	3% Costes indirectos			300,00
				10.300,00
4.3	1 Diseño de Sistemas y Equipos: Elaboración de planos detallados y especificaciones para la instalación de los equipos de proceso, tuberías, sistemas de control y otros componentes críticos. Ingeniería Civil y Estructural: Diseño de la infraestructura física de la planta, incluyendo edificios, cimientos y estructuras de soporte. (Medios auxiliares)			
INGDE...	Ingeniería de detalle	1,000 1	8.000,000	8.000,00
	Total			8.000,000
	3% Costes indirectos			240,00
				8.240,00
4.4	1 Gestión de Proyectos: Coordinación general del proyecto durante la fase de construcción para asegurar que se cumplan los plazos, presupuestos y especificaciones técnicas. Supervisión de Construcción: Inspección y control de la calidad durante la construcción para garantizar que se sigan los planos y especificaciones. (Medios auxiliares)			
GESTI...	Gestión de proyectos y supervisión de la...	1,000 1	5.459,223	5.459,22
	Total			5.459,223
	3% Costes indirectos			163,78
				5.623,00

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.5 PRUEB...	1 Pruebas de Equipos y Sistemas: Realización de pruebas para verificar el funcionamiento correcto de los equipos y sistemas antes de la puesta en marcha final. Puesta en Marcha: Actividades para asegurar que la planta funcione de manera eficiente y se ajuste a las especificaciones de diseño. (Medios auxiliares)		
	Pruebas y puesta en marcha	1,000 1 5.000,000	5.000,00
		Total	5.000,000
		3% Costes indirectos	150,00
4.6 DOCU0...	1 Documentación Técnica: Elaboración de manuales de operación y mantenimiento, así como otros documentos necesarios para la operación de la planta. Capacitación del Personal: Formación del personal operativo en el uso y mantenimiento de la planta y sus equipos. (Medios auxiliares)		5.150,00
	Documentación y capacitación	1,000 1 10.000,000	10.000,00
		Total	10.000,000
		3% Costes indirectos	300,00
5.1 MAT001...	<b>5 Costes operativos anuales</b> 1 La materia prima incluye todos los materiales orgánicos que se introducen en los digestores para producir biogás. Estos materiales pueden ser residuos agrícolas, residuos orgánicos de alimentos, estiércol, entre otros. Teniendo en cuenta que el proyecto se basa en la simbiosis industrial en la Mancomunidad de Alcoi el coste de la materia prima es prácticamente cero. (Medios auxiliares)		10.300,00
	Materia prima orgánica	1,000 1 0,001	0,00
		Total	0,001
5.2 MANO1...	1 Los costes de mano de obra incluyen los salarios y beneficios del personal necesario para operar la planta. Esto puede incluir operadores de planta, técnicos de mantenimiento, personal administrativo y otros roles necesarios. (Medios auxiliares)		0,00
	Costes de mano de obra	1,000 1 52.620,000	52.620,00
		Total	52.620,000
		3% Costes indirectos	1.578,60
5.3 MANTO...	1 El mantenimiento incluye los costos asociados con la reparación y el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y sistemas de la planta. (Medios auxiliares)		54.198,60
	Mantenimiento de la planta de biogás	1,000 1 35.020,000	35.020,00
		Total	35.020,000
		3% Costes indirectos	1.050,60
5.4 ENERG...	1 Los costes de energía cubren el suministro de electricidad, gas u otros tipos de energía necesarios para operar la planta. (Medios auxiliares)		36.070,60
	Energía	1,000 1 9.000,000	9.000,00
		Total	9.000,000
		3% Costes indirectos	270,00
			9.270,00

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
5.5	1 Incluye los costes asociados con el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos y líquidos generados por la planta, como el digestato. (Medios auxiliares)		
TRAT01...	Tratamiento y gestión de residuos	1,000 1 12.800,000	12.800,00
		Total	12.800,000
	3% Costes indirectos		384,00
			13.184,00
5.6	1 Pueden incluir diversos gastos adicionales asociados con la operación diaria de la planta, como suministros, seguros, y gastos imprevistos. (Medios auxiliares)		
COSTO...	Otros costes operativos	1,000 1 7.000,000	7.000,00
		Total	7.000,000
	3% Costes indirectos		210,00
			7.210,00
	<b>6 Base imponible</b>		
	Alcoy 2024 Ingeniero Químico		
	Alejandro García Pérez		

### 3.4 Presupuesto en base medición

Presupuesto parcial nº 1 Coste del digestor

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	2	Digestores de biogás diseñados por el proyecto fin de grado.	
			Total 2 .....: 3,000

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

Presupuesto parcial nº 2 Infraestructura			
Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1	M2	Reja galvanizada de entramado de acero de 10x40 mm de paso de malla, con marco de pasamano de acero y pletinas portantes de 20x2 mm, anclada con mortero de cemento 1:4, elaborado en la obra	
			Total m2 .....: 1,000
2.2	M2	Reja para agujero de forma no rectangular con marco exterior con pletinas de acero inoxidable de 30x5 mm y malla de alambres de acero inoxidable electrosoldado, de 2 mm de diámetro y paso de malla de 25 mm, colocada con fijaciones mecánicas	
			Total m2 .....: 1,000
2.3	M	Barandilla de acero inoxidable austenítico de designación 1.4301 (AISI 304), con pasamano, travesaño inferior, montantes cada 100 cm y barrotes cada 10 cm, de 100 cm de altura, fijada mecánicamente en la obra con taco de acero, arandela y tuerca	
			Total m .....: 1,000
2.4	M	Pasamano de aluminio anodizado, incluidos los tornillos, colocado atornillado	
			Total m .....: 1,000
2.5	M	Pasamano de madera de roble para barnizar, incluidos los tornillos, colocado atornillado	
			Total m .....: 1,000
2.6	M	Barandilla de aluminio lacado con montantes, plafón y travesaños, de 120 a 140 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas	
			Total m .....: 1,000
2.7	M	Barandilla de aluminio lacado con montantes, plafón y travesaños, de 80 a 100 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas	
			Total m .....: 1,000
2.8	M	Barandilla de aluminio anodizado con montantes y plafón, de 100 a 120 cm de altura, anclada con fijaciones mecánicas	
			Total m .....: 1,000
2.9	U	Extremo para barrera metálica en forma de terminal cola de pez aplastada, fijado a muro	
			Total u .....: 1,000
2.10	1	Construcción del edificio principal: Incluye la construcción de una estructura que albergará los digestores y otros equipos principales, oficinas, y áreas de control.	
			Total 1 .....: 1,000
2.11	1	Estos tanques son necesarios para almacenar el material de entrada (sustrato) y el digestato producido.	
			Total 1 .....: 2,000
2.12	M	Tubo de polietileno de designación PE 100, de 63 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldado, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico y colocado superficialmente	
			Total m .....: 5,000
2.13	M	Tubo de polietileno de designación PE 100, de 50 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, UNE-EN 12201-2, conectado a presión, con grado de dificultad medio, utilizando accesorios de plástico y colocado en el fondo de la zanja	
			Total m .....: 5,000
2.14	M	Tubo de acero inoxidable 1.4307 (AISI 304L) con soldadura longitudinal, de 76,1 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor de pared, serie 2 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad medio y colocado superficialmente	
			Total m .....: 2,000
2.15	M	Tubo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) con soldadura longitudinal, de 22 mm de diámetro exterior y 0,7 mm de espesor de pared, serie 1 según UNE-EN 10312, unión a presión, con grado de dificultad bajo y colocado empotrado	
			Total m .....: 5,000

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

Presupuesto parcial nº 2 Infraestructura			
Nº	Ud	Descripción	Medición
2.16	1	Equipos de monitoreo y control: Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitorizar y controlar el proceso de digestión.	
			Total 1 .....: 2,000
2.17	1	Preparación del terreno: Incluye excavaciones, nivelación y pavimentación del área donde se ubicará la planta.	
			Total 1 .....: 1,000
2.18	U	Grupo de presión compacto para instalaciones contra incendios según UNE 23500, de 48 m <sup>3</sup> /h de caudal nominal y 60 m.c.a. de altura manométrica, con una bomba principal acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) accionada por motor trifásico de 400 V y 15 kW de potencia, de diámetro nominal de la aspiración 65 mm, amb una bomba jockey de 1.1 kW de potencia, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", colector de la impulsión 125, incluye cuadro eléctrico de protección y maniobra, incluye calderín, con una clase de eficiencia energética de la bomba principal IE3, según REGLAMENTO (CE) 640/2009, montado superficialmente	
			Total u .....: 1,000
2.19	1	Sistemas de seguridad: Equipos y sistemas para garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones (extintores, alarmas, etc.).	
			Total 1 .....: 1,000
2.20	U	Centralita electrónica para la detección de gas, para un sensor remoto, instalada	
			Total u .....: 2,000
2.21	1	Planta de tratamiento de residuos: Instalaciones para gestionar los residuos sólidos y líquidos generados durante el proceso.	
			Total 1 .....: 1,000
2.22	U	Sirena electrónica para instalación analógica, nivel de potencia acústica 93 dB, alimentada desde el lazo, con señal luminoso y sonido multitono, grado de protección IP-54, fabricada según la norma UNE-EN 54-3, colocada al interior	
			Total u .....: 2,000
2.23	U	Boca de incendios equipada de 25 mm de diámetro, BIE-25, formada por armario de chapa de acero pintada y puerta con marco de acero y visor de metacrilato , incuida BIE (debanadora de alimentación axial abatible,manguera de 20 m y lanza ) , para colocar empotrada, incluido parte proporcional de accesorios y todo el pequeño material auxiliar de conexión y montaje	
			Total u .....: 1,000
2.24	U	Rociador automático cara arriba, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 68 a 74 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería	
			Total u .....: 5,000
2.25	U	Rociador automático cara abajo, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 93 a 100 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería	
			Total u .....: 5,000
2.26	U	Rociador automático de pared, de bronce, con dispositivo fusible metálico de una temperatura de accionamiento de 93 a 100 °C, de 1/2" de diámetro y montado en tubería	
			Total u .....: 5,000
2.27	U	Extintor automático de polvo seco polivalente ABC de 6 kg de capacidad y una eficacia de 27A-183B/C, con manómetro, percusor térmico y posibilidad de disparo manual, incluidos los soportes para colgar del techo, instalado	
			Total u .....: 5,000
2.28	U	Extintor manual de polvo seco polivalente, de carga 6 kg, con presión incorporada, cromado, con soporte a pared	
			Total u .....: 3,000
2.29	M2	Vinil autoadhesivo con diferentes pictogramas, colocado	
			Total m2 .....: 3,000

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

Presupuesto parcial nº 2 Infraestructura			
Nº	Ud	Descripción	Medición
2.30	U	Placa de señalización interior de plancha de aluminio pintada, con caracteres alfanuméricos, de 16x10 cm, fijada mecánicamente al paramento	
			Total u .....: 5,000
2.31	U	Placa de señalización interior de plancha de acero perforada, con caracteres alfanuméricos, de 60x7 cm, con soporte, fijada mecánicamente	
			Total u .....: 5,000
2.32	U	Rótulo tipo 1A-4L y 3A-4L, de termómetro parcial, con accesorios de montaje, colocado adosado	
			Total u .....: 5,000
2.33	U	Placa circular para señales de tráfico, de acero galvanizado y pintado, de 50 cm de diámetro, acabada con pintura no reflectante, fijada mecánicamente	
			Total u .....: 10,000
2.34	1	Conexiones entre los tanques de almacenamiento, digestores y sistemas de salida para el biogás y el digestato.	
			Total 1 .....: 1,000

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

Presupuesto parcial nº 3 Equipos adicionales

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	U	Carrete extensible de desmontaje con bridas, con virola interior y exterior de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), junta de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), revestimiento de resina epoxy (150 micras), de 125 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, montado en arqueta de canalización enterrada	
			Total u .....: 5,000
3.2	1	Mantienen el sustrato en movimiento dentro de los digestores para asegurar una mezcla homogénea y una digestión eficiente.	
			Total 1 .....: 1,000
3.3	U	Bomba centrífuga monobloque multietapa vertical de conexión roscada, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", diámetro nominal de la impulsión 1 1/4 ", presión nominal 10 bar, 5 rotores, motor monofásico de 230 V y 1,1 kW de potencia a 2900 rpm, IP68, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) 0,7 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), montada superficialmente	
			Total u .....: 1,000
3.4	U	Bomba centrífuga monobloque multietapa vertical de conexión roscada, diámetro nominal de la aspiración 1 1/4 ", diámetro nominal de la impulsión 1 1/4 ", presión nominal 10 bar, 6 rotores, motor monofásico de 230 V y 0,9 kW de potencia a 2900 rpm, IP68, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) 0,6 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), montada superficialmente	
			Total u .....: 1,000
3.5	U	Bomba centrífuga montada sobre bancada, normalizada según UNE-EN 733, tamaño normalizado 150-315, diámetro nominal de la impulsión 150 mm, diámetro nominal del rotor 315 mm, diámetro nominal de la aspiración 200 mm, presión nominal 10 bar, índice de eficiencia mínima de la bomba (MEI) <=0,4 según REGLAMENTO (UE) 547/2012, motor trifásico de 400 V y 30 kW a 1450 rpm, con una clase de eficiencia energética IE3 según REGLAMENTO (CE) 640/2009, cuerpo de fundición gris EN-GJL-250 (GG25), montada superficialmente	
			Total u .....: 1,000
3.6	U	Bomba sumergible para aguas residuales con conexión roscada de 2" de diámetro nominal, rotor tipo monocanal con un paso útil de sólidos de 40 a 50 mm de diámetro, motor trifásico de 400 V y una potencia de 0,5 a 0,75 kW a 2900 rpm, cuerpo de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), con una clase de eficiencia energética IE2, según REGLAMENTO (CE) 640/2009, tomada en arqueta de canalización enterrada	
			Total u .....: 1,000
3.7	1	Eliminan el sulfuro de hidrógeno del biogás producido para mejorar su calidad y reducir la corrosión en equipos.	
			Total 1 .....: 1,000
3.8	1	Convertir el biogás en energía eléctrica y térmica que puede ser utilizada para alimentar la planta y vender el excedente.	
			Total 1 .....: 1,000
3.9	1	Calentadores y aislantes: Mantienen la temperatura óptima dentro de los digestores para maximizar la eficiencia de la digestión anaeróbica.	
			Total 1 .....: 1,000
3.10	1	Sensores y equipos de análisis: Monitorizan parámetros críticos como la composición del biogás, el pH, la temperatura y otros indicadores del proceso.	
			Total 1 .....: 1,000
3.11	1	Almacenan el biogás producido antes de su uso o venta.	
			Total 1 .....: 1,000
3.12	U	Electroválvula de rearmamiento manual para corte de gas natural, del tipo NC (normalmente cerrada), alimentación a 230 V a.c., con conexiones roscadas de 1/2.. y presión máxima de 500 mbar, montada	
			Total u .....: 2,000
3.13	U	Válvula de paso de gas de 15 mm de DN, con conexión rosca gas hembra G 1/2.. y junta plana macho G 3/4.., con obturador esférico, según norma UNE 60.708	

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

---

Presupuesto parcial nº 3 Equipos adicionales

Nº	Ud	Descripción	Medición
			Total u .....: 2,000
3.14	U	Válvula de retención de disco con rosca, diámetro nominal 4", ejecución reforzada, cuerpo de latón, disco de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), asiento de caucho nitrilo (NBR), muelle de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), presión máxima 12 bar, temperatura máxima 100 °C, roscada	
			Total u .....: 5,000
3.15	U	Válvula de bola manual con rosca, de dos piezas con paso total, de bronce, de diámetro nominal 4", de 10 bar de PN y precio alto, montada en arqueta de canalización enterrada	
			Total u .....: 5,000

Estudio de viabilidad y diseño de una planta de biogas en base a la simbiosis industrial para la Mancomunidad de Alcoi y el Comtat.

Presupuesto parcial nº 4 Ingeniería y diseño

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1	1	Evaluaciones preliminares para determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto. Incluyen análisis de demanda, estudio de impacto ambiental y revisión de la normativa local.	
			Total 1 .....: 1,000
4.2	1	Elaboración de planos preliminares que definen la disposición general de la planta, incluyendo la ubicación de los digestores, tanques de almacenamiento y sistemas de control. Diseño Básico: Desarrollo de planos detallados y especificaciones técnicas para la construcción y los equipos.	
			Total 1 .....: 1,000
4.3	1	Diseño de Sistemas y Equipos: Elaboración de planos detallados y especificaciones para la instalación de los equipos de proceso, tuberías, sistemas de control y otros componentes críticos. Ingeniería Civil y Estructural: Diseño de la infraestructura física de la planta, incluyendo edificios, cimientos y estructuras de soporte.	
			Total 1 .....: 1,000
4.4	1	Gestión de Proyectos: Coordinación general del proyecto durante la fase de construcción para asegurar que se cumplan los plazos, presupuestos y especificaciones técnicas. Supervisión de Construcción: Inspección y control de la calidad durante la construcción para garantizar que se sigan los planos y especificaciones.	
			Total 1 .....: 1,000
4.5	1	Pruebas de Equipos y Sistemas: Realización de pruebas para verificar el funcionamiento correcto de los equipos y sistemas antes de la puesta en marcha final. Puesta en Marcha: Actividades para asegurar que la planta funcione de manera eficiente y se ajuste a las especificaciones de diseño.	
			Total 1 .....: 1,000
4.6	1	Documentación Técnica: Elaboración de manuales de operación y mantenimiento, así como otros documentos necesarios para la operación de la planta. Capacitación del Personal: Formación del personal operativo en el uso y mantenimiento de la planta y sus equipos.	
			Total 1 .....: 1,000

## **4.PLANOS**

### **4.1 Plano de planta de producción de biogás**

Se adjunta un detallado plano de la planta de producción de biogás, que comprende todos los componentes esenciales y auxiliares necesarios para el funcionamiento óptimo del sistema. En el plano, se pueden observar claramente el tanque de almacenamiento de materia orgánica, que recibe y almacena los residuos antes de su procesamiento. Este tanque está conectado mediante una serie de tuberías y válvulas de control que regulan el flujo de material hacia los digestores anaeróbicos.

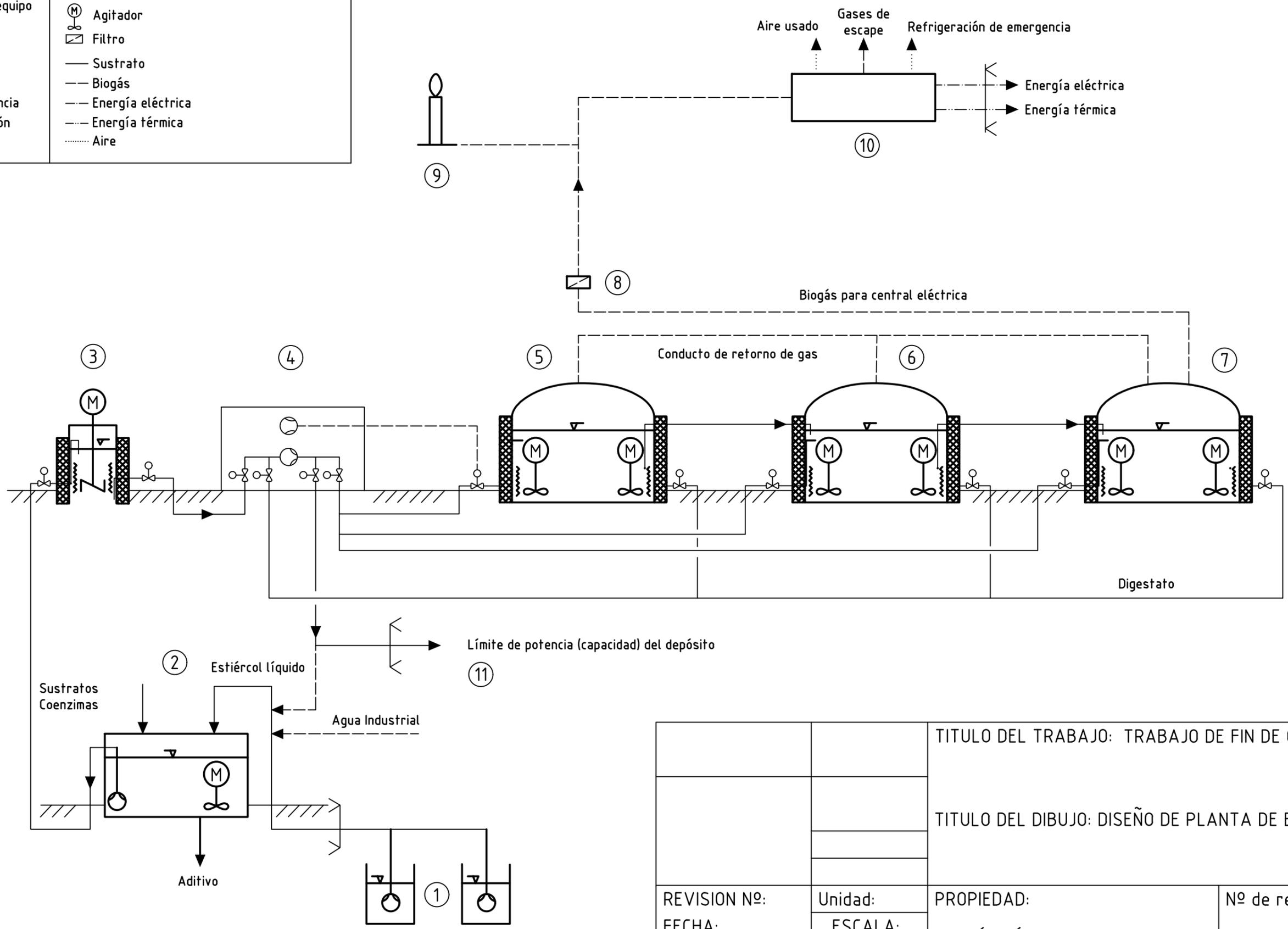
Los digestores, diseñados para maximizar la eficiencia de la fermentación anaeróbica, están equipados con sistemas de calefacción y agitación interna para mantener condiciones óptimas de temperatura y mezcla. Además, se incluyen sensores y equipos de monitoreo que permiten el seguimiento en tiempo real de los parámetros críticos del proceso, como la temperatura, el pH y la concentración de metano.

El plano también destaca las áreas de recepción y pretratamiento de la materia orgánica, donde los residuos se someten a un proceso de homogeneización y desinfección antes de ser transferidos a los tanques de almacenamiento.

Además, se ilustran los sistemas de gestión de efluentes y subproductos, incluyendo los tanques de almacenamiento de biogás producido y las unidades de tratamiento de digestato, que procesan los residuos sólidos y líquidos resultantes de la digestión. Las instalaciones de seguridad, como las válvulas de alivio de presión y los sistemas de emergencia, también están detalladas, garantizando el cumplimiento de las normativas ambientales y de seguridad.

- 1 Pozo negro
- 2 Tanque de recepción
- 3 Hidrólisis
- 4 Contenedor para el equipo
- 5 Digestor
- 6 Digestor
- 7 Post-digestor
- 8 Filtro
- 9 Antorcha de emergencia
- 10 Motor de cogeneración
- 11 Depósito/laguna

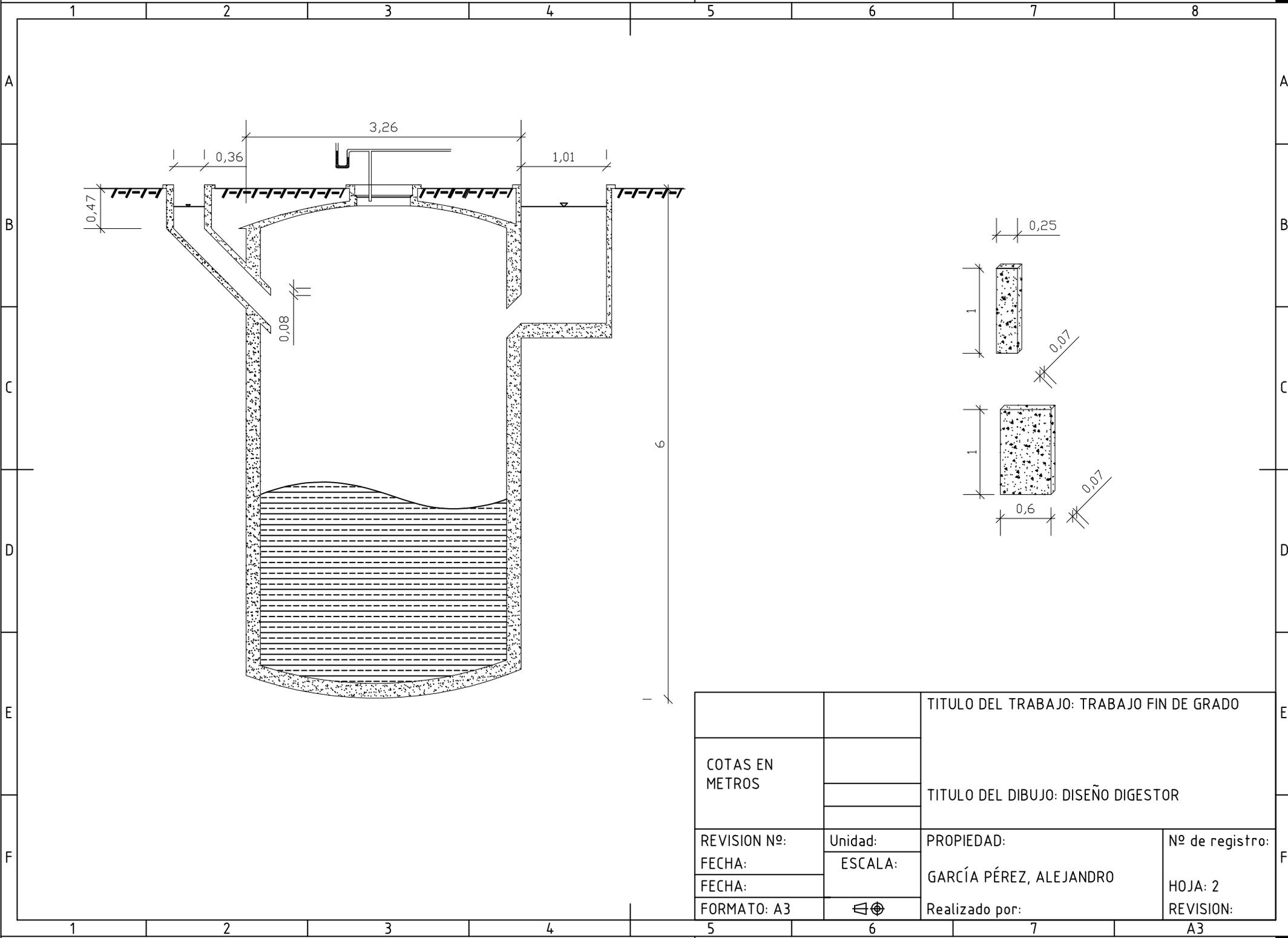
- Simbología**
- Compresor para accionadores de válvulas
  - Bomba
  - Agitador
  - Filtro
  - Sustrato
  - - - Biogás
  - · - · - Energía eléctrica
  - · - · - Energía térmica
  - · · · · Aire



TITULO DEL TRABAJO: TRABAJO DE FIN DE GRADO		PROPIEDAD:	
TITULO DEL DIBUJO: DISEÑO DE PLANTA DE BIOGÁS		GARCÍA PÉREZ, Alejandro	
REVISION Nº:	Unidad:	Realizado por:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:		
FECHA: 27/07/2024			HOJA: 1
FORMATO: A3			REVISION:

#### **4.2 Plano del diseño del digestor**

En el presente documento se adjunta un plano detallado que incluye el dimensionamiento completo del digestor. El plano ha sido elaborado con precisión para reflejar todas las medidas y especificaciones necesarias para la correcta ejecución del trabajo. Se incluyen las dimensiones de cada componente y sección del diseño, permitiendo una interpretación clara y sin ambigüedades. Además, las escalas utilizadas están debidamente indicadas para facilitar la revisión y validación de las medidas presentadas. Se asegura que este plano cumple con los estándares técnicos y normativos vigentes, garantizando así la fidelidad y exactitud de la información proporcionada.



		TITULO DEL TRABAJO: TRABAJO FIN DE GRADO	
COTAS EN METROS		TITULO DEL DIBUJO: DISEÑO DIGESTOR	
REVISION Nº:	Unidad:	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	GARCÍA PÉREZ, ALEJANDRO	HOJA: 2
FECHA:	⊕	Realizado por:	REVISION:
FORMATO: A3			A3