



## Proyecto Final Ingeniería Industrial 2020

Proyecto de reingeniería para generación de Biogás  
a partir de los desechos de cría y engorde de pollo

**Docente:**

**Ing. Santángelo, Juan C.**

**Ayudantes:**

**Ing. García, Elina**

**Ing. Benedetti, Diego**

**Código:**

Matías Clares

05-20335-4

matias\_clares@hotmail.com

Martin Formoso

05-21340-3

martinformoso@gmail.com

Marcelo Otonello

05-21513-6

marcelootonello@gmail.com

**Abstract.**

El sector de carne aviar en la Argentina a mediados de 2019 se encuentra en un estado muy delicado a nivel económico, fundamentalmente en base al constante aumento de costos productivos sufridos durante los últimos años en el país, y la incapacidad de aumentar los precios de venta con la misma aceleración que crecen los costos, especialmente los energéticos.

Para el presente trabajo, se analizará un segmento puntual de la cadena de carne aviar: el engorde de pollo parrillero.

Entendiendo que la variable más relevante de este eslabón productivo está relacionado con sus costos energéticos (el gas representa más del 50% de sus costos) se buscará minimizar el impacto de este insumo clave en la operación.

La solución: generación de biogás utilizando los desechos del proceso de cría y engorde.

Es así como se estudiará en primer lugar la fundación de una empresa (RES S.R.L.) prestadora de los servicios de ingeniería y estudios económicos para la reconversión de potenciales clientes (granjas de engorde) hacia sistemas de generación de energía mediante la biodigestión de desechos.

Una vez planteada la empresa con su estructura de costos y requerimientos normativos y técnicos, se pasará a modelar las variables asociadas a una granja de cría y engorde actual en la Argentina, para finalmente presentar la alternativa de inversión que permita la generación de biogás, y comprobar la conveniencia para los compradores analizando un horizonte de 5 años de planificación.

De esta forma, se podrá verificar la viabilidad técnica y económica no solo de crear una empresa prestadora de estos servicios de ingeniería bajo modalidad llave en mano, sino además de poder vender los paquetes tecnológicos con beneficios tangibles para los potenciales clientes detectados, no solo pensando en la arista económica, sino además presentando una mejora en el rubro ambiental para estos productores.

## Contenido

1.	Descripción del proyecto.....	6
2.	Justificación del negocio.....	6
3.	Identificación de variables clave .....	6
4.	Alcance del Proyecto .....	7
5.	Objetivo .....	7
6.	La empresa a crear .....	8
6.1.	Organigrama de la empresa .....	8
6.1.1.	Detalle de los servicios tercerizados (obra civil & montaje) .....	9
6.2.	Misión y Visión.....	10
6.3.	Localización.....	10
7.	Análisis del sector de granjas de engorde - potenciales clientes.....	12
7.1.	Cadena de valor: Carne Aviar .....	12
7.1.1.	Alcance de las actividades de engorde .....	12
7.2.	La carne aviar en Argentina .....	14
7.3.	Actualidad del sector .....	15
7.4.	Cuantificación del mercado para la venta de reingeniería .....	16
7.4.1.	Números de la demanda detectada.....	17
7.5.	Granja tipo: características del cliente potencial .....	20
7.6.	Proyección económica del caso base .....	20
7.7.	Consumos energéticos .....	20
7.8.	Recursos humanos utilizados por la granja tipo.....	21
8.	Estudio Técnico .....	22
8.1.	El biogás.....	22
8.1.1.	Producción anaeróbica de Biogás .....	22
8.1.2.	Subproductos de la digestión anaeróbica .....	27
8.2.	Diseño del digester modelo.....	27
8.3.	Modelo de la granja con sistema de biogás implementado por RES S.R.L. ....	32
8.3.1.	Requisitos energéticos en términos de Biogás .....	32
8.3.2.	Potencial de biogás a partir del estiércol de pollo .....	32
8.3.3.	Tiempo de retención hidráulico (TRH) .....	35

8.3.4.	Manejo de la cama como carga de digestión.....	35
8.3.5.	Proceso de carga en el digestor .....	37
8.3.6.	Balance de masa.....	38
8.3.7.	Cálculos dinámicos de Biogas.....	39
8.3.8.	Dinámica de la biodigestión .....	41
8.3.9.	Filtros de biogás .....	43
8.3.10.	Tren de calibración de biogás.....	44
8.3.11.	Cámara de descarga .....	45
8.3.12.	Lechos de secado.....	45
8.3.13.	Fertilizante .....	46
8.3.14.	Diagrama de Flujo.....	49
8.3.15.	Layout .....	50
8.4.	Legislación aplicable .....	52
8.5.	Seguridad, Higiene y Medioambiente .....	53
8.5.1.	Análisis de Riesgo .....	53
8.6.	Estudio de Impacto ambiental.....	55
8.6.1.	Alcance .....	55
8.6.2.	Identificación de Impactos .....	55
8.6.3.	Generación de Impactos potenciales.....	56
8.6.4.	Evaluación de Impactos.....	58
8.6.5.	Calificación de Impacto Ambiental.....	59
9.	FODA.....	61
10.	Evaluación económica.....	63
10.1.	Caso RES S.R.L. ....	63
10.1.1.	Costos fijos de la operación de RES S.R.L. ....	63
10.1.2.	Costos por proyecto modelo .....	64
10.1.3.	Secuencia de montaje .....	64
10.1.4.	Ingresos por certificación de etapas.....	65
10.1.5.	Financiamiento para fundar la empresa .....	66
10.1.6.	Resultados de la inversión para la empresa a crear RES S.R.L. ....	67
10.2.	Caso Granja Modelo / Biogás.....	68
10.2.1.	Costo del financiamiento para la granja.....	69
10.2.2.	Deducciones admitidas.....	70

10.2.3.	Beneficios fiscales.....	70
10.2.4.	Comparativa de costos operativos .....	71
10.2.5.	Necesidad de recursos humanos extra para operación del digestor.....	72
10.2.6.	Costos variables de mantenimiento del digestor.....	72
10.2.7.	Resultados de la inversión para una Granja Modelo .....	73
11.	Conclusiones.....	74
11.1.	Viabilidad de la empresa prestadora de servicios RES S.R.L.....	74
11.2.	Viabilidad del proyecto para una Granja Modelo estudiada.....	75
12.	Tablas.....	76
13.	Fuentes.....	79

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Durante los últimos 5 años, se ha visto un notable **incremento en los costos de producción** en el proceso de cría y engorde de pollo, casi imposible de trasladar al precio de venta del pollo vivo.

La depreciación del peso con respecto dólar como principal variable, así como también las políticas liberales aplicadas al sector, han llevado a que esta industria de engorde atraviese un momento de crisis y comiencen a buscarse alternativas que ayuden a **minimizar los impactos de los costos crecientes**.

Se estudiará la factibilidad de crear una empresa de servicios sustentable, que tenga como fin vender en el territorio nacional servicios de ingeniería, buscando **aplicar un paquete tecnológico sobre el proceso productivo** tradicional de las granjas de cría y engorde de pollo, con la finalidad de reducir sus costos en gas natural.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL NEGOCIO

La cría de pollo en Argentina presenta una oportunidad de mejora en base a una significativa cantidad de desechos con **potencial energético** por ciclo de producción, y una marcada falta de soluciones eficientes a dicha acumulación de residuos.

Las tecnologías de conversión de biomasa en biogás permiten mitigar la dependencia de combustibles fósiles, como también dar solución al manejo de desechos del proceso de cría.

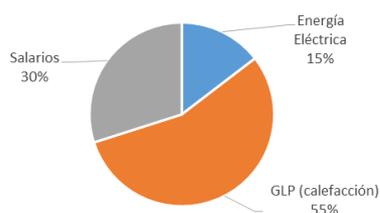
Es así como se **evaluará la viabilidad económica** del proceso de conversión de la “cama de pollo” (desechos del proceso de cría) en biogás, para ser aprovechado satisfaciendo los requerimientos de calefacción en los establecimientos.

Además **se contemplará en el análisis la sustentabilidad económica de una empresa de servicios** orientada a la venta de estos paquetes tecnológicos, en función de una problemática de costos para un determinado sector de la industria (demanda detectada).

## 3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES CLAVE

En primer lugar, la **creación** de cualquier **empresa** (inclusive de servicios) deberá ser evaluada a partir de sus requerimientos de habilitación y localización, sus costos operativos y tiempo de recuperación de la inversión. También el estudio incluirá un análisis de potenciales clientes para cuantificar la demanda de estos servicios de ingeniería.

En segundo lugar, la variable a optimizar del lado de las granjas de engorde son sus **costos productivos**, especialmente los energéticos. Es clave en este panorama el encarecimiento del GLP utilizado, cuyo peso relativo en los costos productivos alcanza el 50%.



Por último, la **gestión de desechos** es otro punto a mejorar, a partir de la falta de soluciones y su potencial de comercialización como fertilizantes.

#### 4. ALCANCE DEL PROYECTO

El presente trabajo apunta a realizar una evaluación técnica y económica a partir de la **creación de una empresa**, pensada para satisfacer una **problemática existente** en un determinado sector de la cadena aviar.

Con la venta de servicios de ingeniería se buscará **reducir los costos operativos** de las granjas de engorde, generando a partir de esto beneficios económicos para ambas partes, y una ventaja técnica para los clientes.

Se separa el análisis en tres grandes segmentos analizar:

- A. Fundación de la empresa RES S.R.L para prestar los servicios
- B. Análisis de las granjas de cría y engorde tipo en Argentina
- C. Implementación de un paquete tecnológico para la granja promedio detectada, apuntado a reemplazar el GLP por biogás

Para poder cubrir correctamente los puntos B y C, se modelará una “granja tipo” con los datos medios de todas las granjas registradas en el país trabajando mediante sistemas integrados, como se explicará en capítulos posteriores.

#### 5. OBJETIVO

Estudiar la posibilidad de conseguir un **beneficio económico significativo** para las granjas (clientes de la empresa de venta de servicios de ingeniería); a partir de la reducción de sus costos energéticos mediante la inversión en un paquete tecnológico.

De demostrarse dicho beneficio se justificará la existencia de un mercado para este tipo de reingenierías a partir del cual se establecerá la **viabilidad de RES S.R.L.** en el tiempo.

## 6. LA EMPRESA A CREAR

Para la prestación de estos servicios de ingeniería, se plantea la creación de una empresa que cumpla con los requisitos de análisis técnico, provisión de materiales/equipos y la contratación de servicios tercerizados para obra civil / montajes y su supervisión.

Se selecciona el tipo societario de S.R.L. porque representa una opción de más facilidad para la conformación e implementación, y menores costos contra la S.A.; ya que no requiere presentación pública de balances, recambio de autoridades, etc.

Como empresa de servicios, la inversión en activos no es intensiva, siendo que las actividades pueden desarrollarse en un galpón alquilado con lugar suficiente para almacenamiento temporal de los equipos a montar y espacio de oficinas.

Un vehículo se contempla en la inversión.

Finalmente, el análisis económico cerrado en un horizonte de planeamiento de 5 años, con potencial de venta de 4 proyectos de ingeniería al año, determina una necesidad de capital de trabajo importante para comenzar con la adquisición de los materiales para las obras.

Este capital de trabajo fue necesario calcularlo de acuerdo a los ingresos proyectados de la empresa durante los primeros meses, donde no hay ingresos que permitan cubrir los gastos para las primeras etapas de los proyectos de montaje.

**RES S.R.L.** sería la empresa a fundar, con una inversión inicial de:

*Tabla 1*

Cuadro de Inversiones	Período 0
Muebles y útiles	USD 1.750
Vehículo	USD 15.500
Cap. de trabajo	USD 256.400
Conformación de la empresa	USD 320
Abogados & Escribanos	USD 570
Contrato de alquiler	USD 650
Habilitaciones municipales	USD 285
<b>Total neto de IVA</b>	<b>USD 275.475</b>

La estructura de costos desagregada nos permite verificar el funcionamiento proyectado.

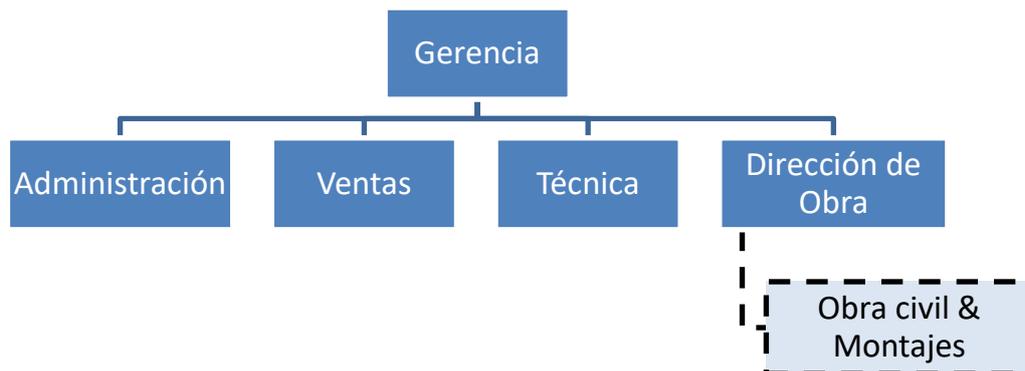
*Ver Tabla 6: Estructura de costos RES SRL*

### 6.1. Organigrama de la empresa

Se diseña la empresa para minimizar los costos fijos asociados al personal, dejando como personal de obra tercerizado a todo el recurso humano asociado a las obras y montaje civil.

El plantel fijo de la empresa se conforma entonces de un gerente general, un jefe de ventas, un jefe administrativo, un gerente técnico y un supervisor de obra.

De esta forma, cada obra queda bajo la supervisión del responsable dedicado, que coordina un grupo de trabajo tercerizado; mientras que el resto del personal fijo puede continuar con las tareas no asociadas a obras particulares.



### 6.1.1. Detalle de los servicios tercerizados (obra civil & montaje)

Se recurre a una empresa especializada para realizar las obras civiles, la cual proveerá personal y maquinaria, mientras que la firma RES se ocupará de la provisión de equipos y dirección de las obras.

RES proveerá los equipos específicos para la construcción del biodigestor.

La empresa prestadora de los servicios de montaje, dispone de recursos limitados que permiten planificar una cuadrilla de trabajo por cada tarea específica.

#### Listado de tareas de montaje y obra civil típicos:

- Movimiento de suelos
- Obra civil y cañerías
  - Excavación
  - Zanjeado / cañerías
  - Hormigonado
  - Instalación de membranas
  - Obra civil auxiliar
- Montaje de equipos
  - Bombas
  - Filtros y acondicionadores
  - Agitadores y equipos auxiliares
- Red de incendio
  - Tanque elevado

Los recursos con los que cuenta la firma tercerizada son los siguientes: retroexcavadora, camiones, servicio de grúa, andamiaje, operadores.

## 6.2. Misión y Visión

**Misión:** brindar soluciones a las problemáticas energéticas de la industria de carne aviar en la Argentina, mediante el aprovechamiento de desperdicios reconvertidos en biogás, logrando así un beneficio económico y ambiental para nuestros clientes.

**Visión:** ser la empresa de referencia a nivel nacional en el ramo de energías renovables apuntadas a la industria de carne aviar en la Argentina, ayudando a maximizar la competitividad del sector mediante mejoras en los costos energéticos y la gestión de sus residuos

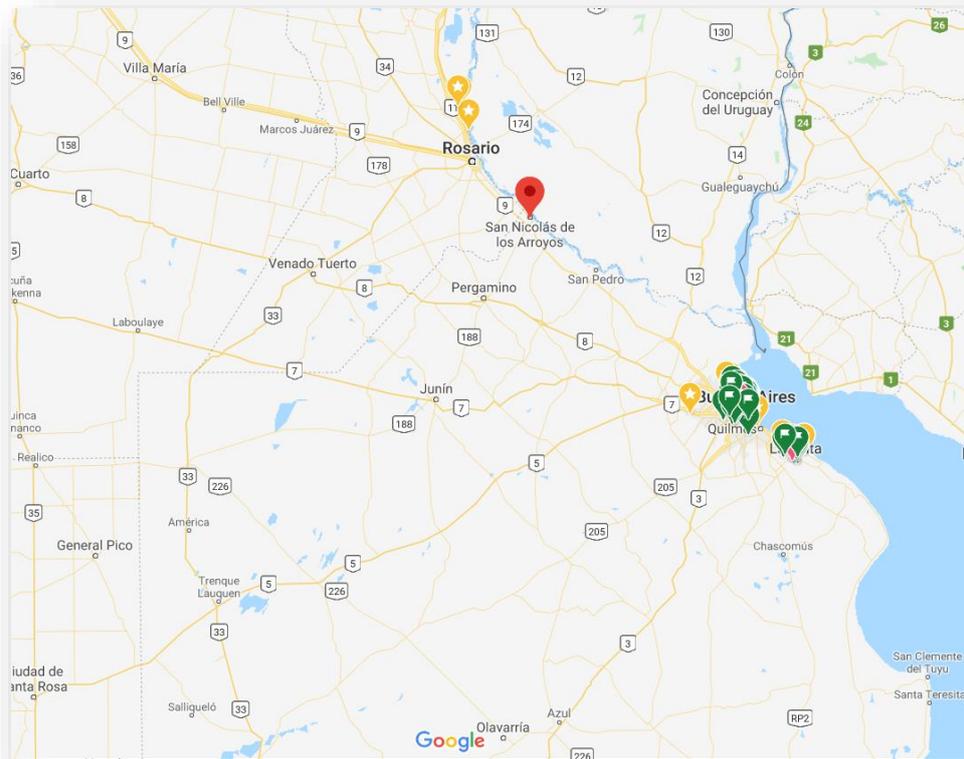
## 6.3. Localización

Se determina la localidad de San Nicolás de los Arroyos (pcia. Buenos Aires) como punto favorable por su cercanía a las zonas de influencia de los clientes potenciales, buenos accesos de ruta y proximidad a zonas portuarias para los procesos de importación y adquisición de equipos para los montajes.

Esta localización se fundamenta sobre todo en el detalle de mercado potencial desarrollado en un capítulo posterior analizado a través de una matriz de Krick.

Criterios de ponderación		
#	Criterio	Pond.
1	Cercanía clientes pot	90
2	Cercanía para importación	65
3	Beneficios fiscales	95
4	Acceso ruta	60
5	Cercanía del personal	40

CABA		La Plata		San Nicolás		Rosario	
A	Pts.	B	Pts.	C	Pts.	D	Pts.
7	630	8	720	9	810	8	720
10	650	8	520	8	520	9	585
10	950	10	950	10	950	10	950
5	300	7	420	8	480	7	420
9	360	9	360	7	280	6	240
<b>2890</b>		<b>2970</b>		<b>3040</b>		<b>2915</b>	
83%		85%		87%		83%	



## 7. ANÁLISIS DEL SECTOR DE GRANJAS DE ENGORDE - POTENCIALES CLIENTES

### 7.1. Cadena de valor: Carne Aviar

La cadena de producción de carne de pollo no debe confundirse con la producción de huevos y sus derivados (huevo completo en polvo, yema en polvo, etc.). La carne se produce de forma separada en todas sus modalidades: pollo entero, cortes, productos cocidos, chacinados, etc.

La cadena de producción apunta a funcionar como un sistema integrado, donde las industrias avícolas de gran tamaño, denominadas “integradoras” o procesadoras, vinculan y coordinan al otro eslabón clave de la cadena, las granjas de producción; ya sea con integraciones internas (disponiendo de sus propias granjas, lo cual es el caso más inusual) y/o con contratos exclusivos de engorde de aves en granjas de terceros (el llamado “integrado”).

El modo que más prevalece es aquél donde los pollos se engordan en granjas de terceros que están “integradas” a alguna de las industrias faenadoras.

Este tipo de funcionamiento es el que aplica para la granja promedio estudiada.

Por el lado de los integrados, éstos aportan los galpones para el alojamiento de los pollos, así como la calefacción, la electricidad y la mano de obra durante el engorde. Por el lado de las integradoras, éstas proveerán el resto de los insumos (pollito “BB”, alimento, productos veterinarios, etc.) y garantizarán el pago por el engorde de las aves.

Este esquema permite a las industrias integradoras disminuir el riesgo del proceso de engorde (se garantiza cierta estabilidad), mantener bajos los costos (se exige tecnología de punta, control de procesos, los insumos se compran o elaboran en grandes volúmenes), concentrarse en optimizar los procesos de faena y comercialización, y simplificar su estructura de personal y administración al dejar el manejo de las aves en manos de terceros.

Desde la perspectiva del propietario de una granja, éste se convierte en un prestador de servicios que no enfrenta riesgo de mercado (dado que todo lo que produzca lo venderá) pero sí riesgo productivo (si falla en el proceso de engorde, deberá asumir los costos de una mala conversión de alimento / peso vivo).

#### 7.1.1. Alcance de las actividades de engorde

Este eslabón de la cadena denominado engorde involucra básicamente tres procesos:

- Cría del pollo
- Alimentación
- Cuidados veterinarios

Se reciben los pollitos BB (término técnico en la industria), así como también el alimento necesario de acuerdo a los cálculos de la Integradora. Estos pollitos se encuentran como

aves vivas (un día de vida en la mayoría de los casos.  
Todos los pollitos BB para engorde son machos.

El período de cría dura 45 días, con un cambio en la alimentación a mitad del ciclo apuntando a optimizar la conversión del alimento en peso.



A continuación, los pollos engordados se envían a la empresa integradora para realizar la faena y se realiza todo el proceso hasta el empaque final.

Finalmente, la comercialización se sucede por diferentes canales, una parte hacia el mercado interno y otro con fines de exportación.

La integradora paga al integrado por los kilos de pollo vivo que entregue al momento de la faena.

A continuación en rojo el segmento de la cadena apuntado a optimizar:



*Cadena de Valor de Carne Aviar - RENAVI*

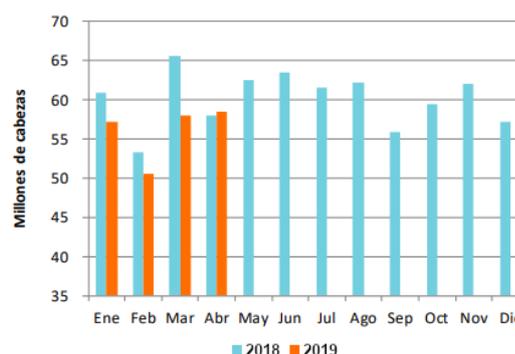
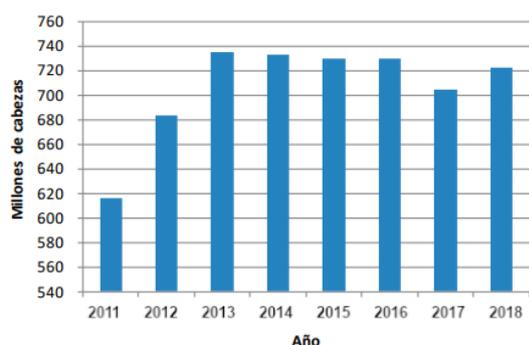
## 7.2. La carne aviar en Argentina

Argentina se posicionó en las últimas décadas dentro de los 10 productores mundiales con el casi 2%, equivalente a 2.2 millones de toneladas según Ministerio de Economía.

El 78% de la producción se consume internamente, promediando los 45 kg año per cápita. Este valor se duplicó en los últimos 10 años, como respuesta al incremento en los alimentos sustitutos como la carne vacuna.

Para el período contemplado entre 2013 y 2019 el escenario productivo se vio seriamente perjudicado debido a cuestiones tanto micro como macroeconómicas lo que hizo que la faena haya decrecido en casi todos los períodos interanuales.

### Faena de carne aviar



Del lado puramente interno, las medidas adoptadas por el gobierno, el cual elimino las retenciones a las exportaciones de maíz, principal materia prima del alimento balanceado; han influido negativamente en los costos productivos, así como también influyó la apertura de las importaciones de productos como los pollos trozados de Brasil, que anteriormente estaban protegidos por políticas proteccionistas.

### 7.3. Actualidad del sector

Tal vez el impacto mayor que ha sufrido esta industria ha sido la quita paulatina a los subsidios de gas y luz, fuentes fundamentales en la matriz de costos del proceso de crianza de pollos. Estas variables conjugadas, posicionan a nuestro país como poco competitivo a nivel internacional, en base a los altos costos internos que no llegan a compensarse con la depreciación del tipo de cambio para la exportación.

*La realidad argentina:*

## Productores de pollos temen crisis de la actividad



*Para este sector de la producción el alerta es por los altos costos de la energía (gas y electricidad) y por los precios bajos que ofrece la industria integradora*

Los productores integrados de pollos encendieron las luces de alerta por la difícil situación que atraviesan, a consecuencia del aumento del precio del gas, combustible vital para calefaccionar a los pollitos en sus primeras semanas de vida.

Esto evidencia una fuerte necesidad de alternativas para reducir costos en el sector, abriendo la puerta al estudio de soluciones renovables.

### 7.4. Cuantificación del mercado para la venta de reingeniería

En función de la situación definida, y la emergencia económica de este tipo de empresas, para un volumen de miles de granjas en la Argentina, se propone un flujo de granjas para reconvertir de solo 4 unidades productivas anuales.

Esta cantidad de obras anuales es la máxima posible a planificar, de acuerdo a las limitaciones de financiamiento en Argentina para capital de trabajo en líneas de crédito para energías renovables.

A su vez, un solo equipo de trabajo para cada una de las tareas de excavación, obra civil y montaje es capaz de cumplir sin solaparse con los tiempos asociados a 4 obras en 12 meses.

Esta limitación de 4 obras por año, sirve además como piso de rendimiento para este tipo de empresas, pudiendo aumentar los beneficios a medida que se consiguen más proyectos al año, manteniendo los mismos costos fijos de la empresa base.

Los datos de granjas en la Argentina son públicos a través de estadísticas de SENASA, como de las cámaras sectoriales, o ámbitos ministeriales como el RENAVI (Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas).

A continuación el fundamento numérico de granjas con potencial.

### 7.4.1. Números de la demanda detectada

Con los datos públicos, es posible estimar una cantidad de emprendimientos de engorde de pollo parrillero como aptos para ser reconvertidos a un modelo energéticamente autosustentable, en función de la cantidad de aves que crían.

Con datos de SENASA es posible establecer un escalonamiento que permita ajustar la cantidad de granjas con verdadero potencial como clientes.

En primer lugar, se plantea un 90% de granjas bajo esquema integrado como medida conservadora de la media país. El 10% restante no podrá ser objetivo potencial de la reingeniería por no garantizar la estandarización y esquema de trabajo preferible para mantener las variables operativas controladas (provisión de alimento, cuidados veterinarios, línea genética, etc.)

I.  $5.300 \text{ establecimientos} \times 90\% = 4.770$

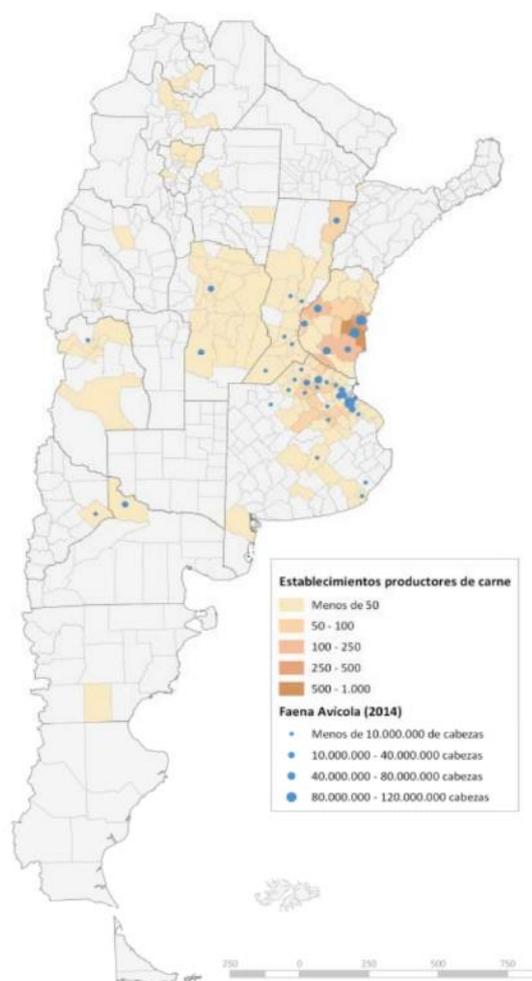
De las granjas totales, las “integradas” son las que trabajan alineadas con las empresas que entregan los pollitos BB y luego recogen el pollo en pie para la faena y posterior comercialización.

A continuación, se filtra por las granjas dentro de las zonas aptas estudiadas para la implementación del proyecto.

II.  $4770 \text{ establecimientos} \times 62\% \text{ en zonas óptimas}$

Las granjas más grandes del país se ubican coincidentemente en las provincias de Entre Ríos, Buenos Aires y en la CABA. Esto responde a las áreas de cultivo de granos que sirven de base para la alimentación de los animales.

Sin perder generalidad, es adecuado marcar que estas granjas que representan el 62% del remanente calculado. Esto permite además centralizar el mercado potencial lejos de las



zonas del noroeste y de las sierras, donde la amplitud térmica implica gastos energéticos mayores (refrigeración por ventilación, calentamiento).

Así se obtiene un segundo filtro con un resultante de 2957 granjas en zonas adecuadas.

III. 2957 establecimientos x 18% superando el mínimo de aves = 532

Es la fracción de establecimientos con al menos 5 galpones de cría, valor aplicable para las zonas de Buenos Aires, Santa Fe & Entre Ríos

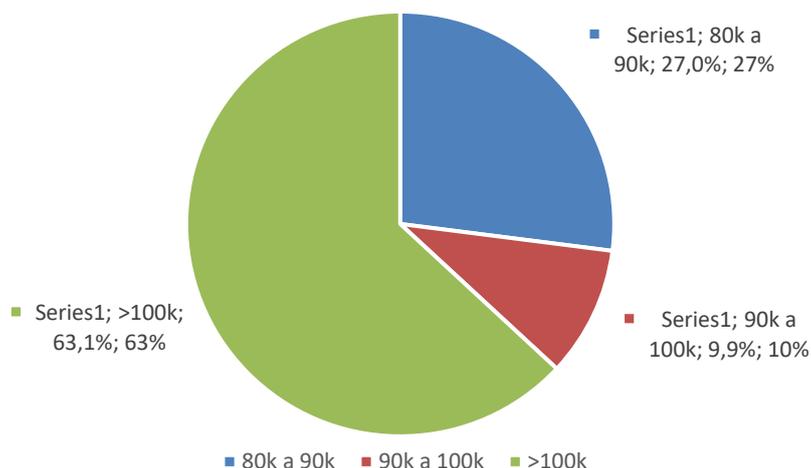
IV. 532 establecimientos x 42% estandarización garantizada = 221

Se aplica este último filtro, ya que cerca de un 60% de las granjas podrían no disponer del equipamiento estandarizado sobre el cual unificar criterios y modelar. Esta forma de limitar el estudio permite aumentar el nivel de confianza a la hora de los cálculos técnicos y su aplicación en un grupo diverso de granjas lo más homogéneo posible

**Este valor de 221 granjas se toma como base de granjas posibles (demanda detectada).**

La distribución de aves por establecimiento en este sub segmento delimitado sigue una estructura variable a partir del piso de generación de biomasa establecido.

**Tamaños de Granja del Subsegmento en miles de Aves**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de MECON

Esta información se utiliza como fundamento para avanzar con el estudio, ya que ningún proyecto viable puede construirse en ausencia de un público objetivo correctamente identificado y con potencial de generar demanda sobre el servicio a ofrecer.

Aclarado esto, es importante definir que el mercado de granjas con potencial de reconvertir en sistemas de biodigestión puede asumirse superior a las 200 granjas calculadas en el país, siempre que se demuestre la viabilidad técnica y conveniencia económica de la inversión.

## 7.5. Granja tipo: características del cliente potencial

Se presenta la situación inicial del cliente tipo a satisfacer, como presentación del caso base a optimizar.

La operatoria de estas granjas se basa en lograr el engorde de los pollitos BB (término técnico) que la empresa integradora provee.

De esta forma, su rendimiento operativo se mide como la tasa de conversión de alimento en peso vivo.

Para lograr la conversión, se deben cuidar las condiciones de cría como temperaturas, ciclos de alimentación, ventilación, entre otros.

El análisis siguiente se focalizará en su operatoria económica y el insumo clave del proceso de engorde: el GLP.

## 7.6. Proyección económica del caso base

Se trata del modelo de granja de engorde de pollo parrillero más común en la región pampeana, con un promedio de 5 galpones de cría estandarizados y la siguiente estructura de costos.

Tabla 2

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Ingresos	\$ 185.695	\$ 185.695	\$ 185.695	\$ 185.695	\$ 185.695	
Egresos	\$ 168.278	\$ 168.278	\$ 168.278	\$ 168.278	\$ 168.278	
Resultado Bruto	\$ 17.417	\$ 17.417	\$ 17.417	\$ 17.417	\$ 17.417	
IIIBB	\$ 5.571	\$ 5.571	\$ 5.571	\$ 5.571	\$ 5.571	
Resultado EBITDA	\$ 11.846	\$ 11.846	\$ 11.846	\$ 11.846	\$ 11.846	
Impuesto a las ganancias	\$ 4.146	\$ 4.146	\$ 4.146	\$ 4.146	\$ 4.146	
<b>Resultado después Impuestos</b>	<b>\$ 7.700</b>	<b>\$ 38.500</b>				

Con un resultado de unos USD 7.700 anuales promedio, el negocio no representa un escenario alentador considerando la situación argentina actual, y el costo de la inversión en este rubro, que ronda los USD 1.050.000 por granja promedio estudiada (5 galpones).

## 7.7. Consumos energéticos

El estudio de la granja promedio nos entrega los siguientes datos anuales de consumos de GLP, que es el insumo a optimizar.

La calefacción es clave porque permite adecuar las condiciones para la mejor tasa de conversión de alimento en peso vivo y minimizar mortandad; y es determinante en la mayoría del año, inclusive meses de verano donde el uso es bajo, pero no inexistente. Se procede al análisis como promedios de consumo anuales de aquí en adelante.

El análisis se centra en el consumo de gas para calefacción (GLP), que como se definió previamente representa hasta un 55% de los costos operativos que enfrenta el granjero.

En el rubro de crianza bajo estudio, está estandarizada la equivalencia de kg GLP consumidos por cada ave en su ciclo de cría.

#### Cálculos de Calefacción

Aves por año	711.360
Kg GLP / Ave	0,0912
Kg GLP por año	64.876
Costo por GLP /Kg	USD 1,18

Es entonces que con el valor de 0,0912 kg GLP/ave se puede determinar la cantidad de energía necesaria (kWh), para posteriormente poder verificar la cantidad de Biogás equivalente.

El GLP provee 13,94 kWh / kg.

Necesidad de la granja			Energía kWh
GLP / Año	64.876	kg	904.372
GLP / Mes	5.406	kg	75.364
GLP / Dia	180	kg	2.512

Estos valores se asumen con un rango de variabilidad de +-10%.

## 7.8. Recursos humanos utilizados por la granja tipo

El negocio de la cría y engorde no utiliza demasiado personal, pudiendo ser operado para el caso de granjas tipo (5 galpones de cría) por 3 personas.

El costo mensual promedio para estos recursos humanos asciende a USD 3.150 incluyendo cargas y aportes.

Categorías		
Peón Avícola		1
Trabajador no calificado		0
Trabajador semi-calificado		1
Trabajador calificado		1
<b>Personal de Transporte</b>		
Trabajador no calificado		0
Trabajador semi-calificado		0
Trabajador calificado		0
<b>Personal Jerárquico</b>		
Encargado		0
Capataz		1
		3

## 8. ESTUDIO TÉCNICO

### 8.1. El biogás

Es un combustible producido mediante la fermentación anaeróbica de desechos orgánicos animales o vegetales, dentro de determinados límites de temperatura, humedad y acidez.

El proceso de fermentación tiene como resultado la generación de gases que deberán ser separados para poder ser aprovechables.

La composición química del biogás es:

- Metano (CH<sub>4</sub>) 50-70%
- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) 30-50%
- Ácido Sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) 0,1-1%
- Nitrógeno (N<sub>2</sub>) 0,5-3%
- Agua (trazas)

Su pureza y calidad dependen de la cantidad de CH<sub>4</sub> que contenga, ya que es éste el que proporciona mayor poder calorífico en su combustión.

El poder calorífico del Biogás ronda las 5.500 Kcal/m<sup>3</sup>.

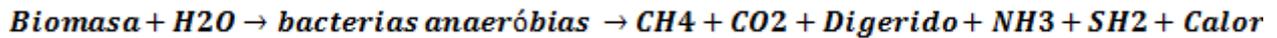
P.C.S. de Varios Combustibles*	
Carbón mineral nacional	6.200 Kcal/Kg
Biogás (60% metano)	5.455 Kcal/m <sup>3</sup>
Gas Natural	9.300 Kcal/m <sup>3</sup>
Propano	12.013 Kcal/kg
Butano	11.878 Kcal/kg
Nafta	11.200 Kcal/Kg
Gasoil	10.900 Kcal/Kg

\*Poder Calorífico Superior (P.C.S.): es la cantidad total de calor de un combustible, incluyendo el calor latente del agua formada por la combustión del hidrógeno contenido en dicho combustible.

#### 8.1.1. Producción anaeróbica de Biogás

El proceso de digestión es la descomposición de materiales orgánicos en un medio anaeróbico, es decir en ausencia de oxígeno.

En términos sintetizados, el proceso se verifica de la siguiente forma:



Es posible dividir el proceso de digestión en las siguientes etapas:

#### A. Etapa Aeróbica

En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas presentes en el material de carga realizan el primer trabajo de descomposición. Como resultado hay generación de CO<sub>2</sub> y algo de calor.

#### B. Enzimas Extracelulares

Las bacterias anaeróbicas fermentativas liberan enzimas que comienzan a descomponer los polímeros, dando lugar a ácidos orgánicos solubles

#### C. Digestión Ácida

Los ácidos son convertidos por bacterias acetogénicas en acetatos, hidrógeno y dióxido de carbono. El hidrógeno producido en esta etapa no formará parte del producto final de la digestión, ya que es usado por bacterias anaeróbicas a lo largo del proceso para generar CH<sub>4</sub>.

#### D. Producción de Biogás

Los ácidos grasos y demás subproductos de la etapa previa, son utilizados por bacterias metanogénicas para dar agua, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>.

Factores que afectan al proceso

- I. Temperatura: la velocidad de producción de biogás va en función de la temperatura de operación del digestor. Existen tres rangos de temperatura en los cuales se distinguen diferentes tipos de bacterias anaeróbicas:
  - a. Termófilico: a temperaturas superiores a los 40° C
  - b. Mesófilico: entre 15° C y 40° C
  - c. Psicófilico: entre 0° C y 15° C

La sensibilidad de los organismos es de unos +- 2° C/hora.

Naturalmente es el intervalo termófilico el que presenta la mayor velocidad de fermentación, y la misma crece con la temperatura. Esto afecta directamente al tiempo de retención de los desechos en el reactor.

Es posible identificar además un punto de máximo rendimiento termófilico en los 54° C, como también otro de buen rendimiento a los **35° C del rango mesófilico**. Este último punto es interesante porque aun siendo menos eficiente que el primero mencionado, los costos

asociados son mucho menores ya que no se requieren sistemas de mantenimiento de temperatura. Con construcción de reactores bajo tierra se ha logrado obtener un mantenimiento de temperaturas mesofílicas en base a las propiedades del suelo como aislante térmico natural.

- I. Tiempo de retención: se suele medir en días que los desechos deben procesarse en el digestor, para una cantidad de materia orgánica determinada. Como se dijo previamente, este tiempo tiene íntima relación con la temperatura.

Durante el tiempo de retención, la cantidad dada de desechos deberá haber liberado todo su potencial de biogás, quedando así en estado de “digerido”. Se presenta un esquema como ejemplo de los tiempos de retención y temperaturas para desechos animales.

Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
15	90
25	60
35	45

**Fuente:** Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI)

- II. Sustrato utilizado: es el material a digerir en el reactor. Las materias primas fermentables incluyen dentro de un amplio espectro a los excrementos animales y humanos, aguas residuales orgánicas de las industrias (producción de alcohol, procesado de frutas, verduras, lácteos, carnes, alimenticias en general), restos de cosechas y basuras de diferentes tipos, como los efluentes de determinadas industrias químicas.

El proceso microbiológico no solo requiere de fuentes de carbono y nitrógeno sino que también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores).

Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en proporciones adecuadas, siempre diluidos en agua para producir la mezcla apropiada a cargar en el digestor.

Los sustratos más comunes son el estiércol bovino, porcino y avícola. La combinación de desechos vegetales y animales puede realizarse teniendo en cuenta el control del PH adecuado, y la relación carbono/nitrógeno (C/N) que es de gran importancia.

A continuación se detallan varios aspectos de la producción de desechos para varias clases de animales, y su relación con la producción potencial de biogás.

Clase de animal	Producción diaria de estiércol en % de peso vivo	Material de fermentación		Producción de biogás (lts/kg de MSO)
		Material Sólido Total % (MST)	Material Sólido Orgánico % (MSO)	
Bovino	5	15	13	250
Porcino	2	16	12	350
Caprino	3	30	20	200
Equino	5	25	15	280
Avícola	15	25	17	<b>300</b>
Humanos	1	20	17	300

**Fuente:** Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI)

- I. Concentración de sólidos: una concentración del 8% al 12% en la mezcla significa una muy buena capacidad de procesamiento por parte de las bacterias. Esto facilita el manejo de la carga con bombas o sistemas de alimentación por gravedad, permitiendo además un buen movimiento y consecuentemente agitación de la carga. Hasta un 25% de sólidos totales son aceptables como límite superior a considerar.
- II. Agitación de la mezcla: se realiza con el objetivo de favorecer el contacto directo entre el sustrato y las bacterias, evitando la formación de espacios aislantes en torno a las colonias, y remoción de los metabolitos producidos por las bacterias metanogénicas. La distribución uniforme de la temperatura es también un objetivo de la agitación, junto con el control de la “nata” flotante en el sustrato.
- III. PH: es función de la concentración de CO<sub>2</sub> en el gas del digestor; de la concentración de ácidos volátiles y de la propia alcalinidad o acidez de la materia prima.

Las bacterias involucradas en los procesos de digestión son altamente sensibles a los cambios de PH, trabajando en la franja entre 6 y 8, idealmente 7.

Al conformar el sustrato con diversas cargas, es importante analizar los efectos en el PH y contrarrestar cualquier desbalance de manera de acercarse lo más posible al neutro.

- IV. Relación C/N: El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono constituye la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Las bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos dos elementos en la materia prima se considera en un rango de 30:1 hasta 20:1

La descomposición de materiales con alto contenido de carbono, superior a 35:1 ocurre más lentamente, porque la multiplicación y el desarrollo de bacterias es menor por falta de nitrógeno, pero el periodo de producción de biogás es más prolongado. En cambio

con una relación C/N menor a 8:1 se inhibe la actividad bacteriana debido a la formación de un excesivo contenido de amonio, el cual es tóxico en grandes cantidades.

Esta variable está determinada en gran parte por la alimentación del animal, pero se pueden generalizar ciertos parámetros para dar límites estándar. Se conoce que alrededor de un 20% del alimento que consumen las aves es eliminado directamente sobre la cama. Esta contiene muchos nutrientes que no son digeridos por los pollos debido al alto contenido de suplementos en el alimento y al rápido tránsito por el aparato digestivo del ave.

Sustrato	C/N
Estiércol de Res	15-5
Estiércol de Cerdo	15-2
Estiércol de Pollo	23
Estiércol de Caballo	25
Trigo	123
Aserrín	220
Desechos de Maíz	49

**Fuente:** Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI)

#### V. La presencia de compuestos inhibidores del proceso.

La presencia de metales pesados, antibióticos y detergentes en determinadas concentraciones pueden inhibir e incluso interrumpir el proceso fermentativo.

Cuando es demasiado alta la concentración de ácidos volátiles (más de 2.000 ppm para la fermentación mesofílica y de 3.600 ppm para la termofílica se inhibirá la digestión. También una elevada concentración de Nitrógeno y Amoníaco destruyen las bacterias metanogénicas.

Inhibidores Vs Concentración inhibidora

SO <sub>4</sub>	5.000 ppm	
NaCl	40.000 ppm	
Nitrato (según contenido de Nitrógeno)	0,05 mg/ml	
Cu	100 mg/l	
Cr	200 mg/l	
Ni	200-500 mg/l	
ABS (Detergente sintético)	20-40 mg/l	
Na	3.500-5.500 mg/l	
K	2.500-4.500 mg/l	

Ca 2.500-4.500 mg/  
Mg 1.000-1.500 mg/l

**Fuente:** Manual para la producción de Biogás – INTA Castelar (2003)

### 8.1.2. Subproductos de la digestión anaeróbica

La generación de biogás es un proceso de fermentación en ausencia de oxígeno; el cual resulta en gas por un lado, y un biofertilizante como subproducto. Este producto resultante tendrá valor como fertilizante a partir de los procesos de digestión que sufra el sustrato durante su estadía en los reactores y posterior tratamiento en lechos de secado.

Es así como se obtiene a la salida de la cámara de digestión, un fango que luego de la deshidratación resulta en producto sólido con buenas cualidades fertilizantes, que tiene un valor económico.

## 8.2. Diseño del digestor modelo

El tipo de digestor se alimenta con lotes de carga secuenciales.

El tipo se identifica como “mixto” por unificar el reactor enterrado en el suelo, con una geomembrana que hace las funciones de gasómetro.

En este tipo de reactores se utiliza el empuje producido por la incorporación de nuevo material para generar el flujo longitudinal del material (flujo pistón).

La mezcla se produce generalmente en planos paralelos perpendiculares a la dirección de flujo.

Una vez estabilizado, el tiempo de retención hidráulica calculado según las condiciones de trabajo del digestor garantiza el procesamiento adecuado.

La salida de lodos digeridos se logra mediante diferentes densidades y precipitación por la zona más inferior del reactor.



Se detallan a continuación las partes del sistema digestor para poder lograr la generación de biogás con el tipo de biomasa disponible.

### **Zona de recolección**

El área para la recolección de la biomasa (que posteriormente alimentara al digestor) se recomienda delimitarla en forma clara, con un piso liso, firme e impermeable. De ser posible debe contar con un plano inclinado para dirigir los desechos hasta el tanque de carga (aprovechando el efecto de la gravedad).

### **Provisión de agua**

El sustrato debe ser siempre diluido para lograr un contenido de sólidos aceptable del 10%-12%. Para esto se requiere un suministro de agua libre de contaminantes químicos, en especial detergentes que pueden interferir con el proceso de biodigestión.

Esto se obtiene de una perforación a la napa.

### **Tanque de carga y mezcla**

La cámara de carga estará construida de mampostería con el interior revocado, para posibilitar el proceso de carga. Contará con una fuente de agua para ser utilizada en la limpieza y proceso de disolución. La cámara se construirá sobre nivel de suelo y contara con techo metálico. Por último, estará conectada con la cámara de digestión a través de un caño de 250 mm de diámetro, la entrada en esta cámara (digestión) se mantendrá bajo el nivel de efluentes de la misma.

También en esta cámara se inyectará agua proveniente de los lechos de secado, como también de la cámara de descarga.

### **Cámara de digestión**

Se construirá bajo la superficie del terreno con la finalidad de aprovechar el aislamiento térmico natural del suelo.

Se realizará una excavación de forma rectangular, cuyas paredes tendrán una inclinación de 30 grados para asegurar su estabilidad, y una caída de 8° hacia los puntos de extracción de lodos digeridos, por el extremo opuesto al ingreso de material fresco.

El piso de la fosa (material hormigón) será revestido con una capa de arena zarandeada de 10 cm de espesor, sobre la arena se instalará una geomembrana de 1.000 micrones de densidad, cuya función es impermeabilizar la cámara de digestión.



### Membrana y gasómetro

Para obtener una presión constante de gas, la cúpula sobre la cámara de digestión está formada por dos membranas, una sobre la otra, que cubren todo el perímetro del reactor. La membrana de abajo está en contacto con el contenido del reactor y es la que captura el Biogás. La membrana de arriba, en cambio, está conectada a un compresor de aire por una manguera externa y a un regulador de presión. Este compresor bombea aire automáticamente al espacio entre las dos membranas, de manera de mantener una presión determinada del biogás que está bajo la membrana inferior.



### Agitadores

Dentro del biodigestor se instalan agitadores debido a que es necesario mezclar la biomasa fresca con la ya digerida, obteniéndose una densidad uniforme de población bacteriana. Además previene la formación de costras y espumas en la superficie, reduciendo la formación de sedimentos en el fondo al igual que los espacios muertos sin actividad.



### **Cámara de descarga**

La cámara de descarga estará ubicada bajo nivel de suelo, construida en hormigón y con un terraplén que será impermeabilizado con geomembrana. La extracción del lodo desde el biodigestor hacia la cámara de descarga, se realiza con una bomba sumergible apta para manejar altas densidades de producto.

La cámara almacenará el efluente y los lodos remanentes del proceso de digestión. Luego se decantarán los lodos que serán enviados al lecho de secado para la obtención de biofertilizantes, el cual provee buenas características fertilizantes.

Por otro lado el efluente (líquido) se reenvía a la cámara de carga para realimentar el proceso.

### **Lecho de secado**

Es un lecho simple y permeable, cuando se carga con lodos, recolecta lixiviados y permiten que se sequen por evaporación.

De un 50% a un 80% del volumen de los lodos se drena como líquidos, que no necesitan ser tratados por no ser peligrosos ni contaminantes.

El fondo del lecho es recubierto con tubos perforados que drenan los lixiviados, encima de ellos hay capas de arena y grava que sostienen al lodo y permiten que el líquido se infiltre y sea recolectado por la tubería. Cuando se secan los lodos, se deben separar de la capa de arena para ser desechados, mientras que el efluente recolectado vuelve en parte a la cámara de carga para contribuir en la disolución del material entrante



### Quemadores

Se trata de un elemento de seguridad para controlar los excesos de presión de gas y liberarlo al medioambiente de forma segura. Tiene formato de antorcha.



### Purificación del Biogás

Se hace necesario separar y eliminar los componentes no deseados que contiene el gas generado, de manera de poder disponer de un combustible eficiente y seguro para los usos posteriores a su generación.

### Enfriadores de biogás

Por medio de estos enfriadores se elimina los condensados, enfriando el biogás a 5-10°C. Estas temperaturas condensan el vapor de agua el cual puede ser eliminado con facilidad. Los enfriadores son fabricados de acero inoxidable.

### 8.3. Modelo de la granja con sistema de biogás implementado por RES S.R.L.

Se realizan los cálculos en base a los parámetros estándar de granja tipo.

Instalación con 5 galpones de cría, a razón de 23.000 aves por nave.

Los requisitos energéticos citados son los estándar determinados por la industria.

#### 8.3.1. Requisitos energéticos en términos de Biogás

En base a las equivalencias energéticas conocidas para las diferentes fuentes, es posible determinar el requisito en términos de metros cúbicos de biogás.

La conversión de energía tiene en cuenta el potencial energético del biogás de 6.39 kWh/m<sup>3</sup>.

Necesidad de la granja			Energía kWh
GLP / Año	64.876	kg	904.372
GLP / Mes	5.406	kg	75.364
GLP / Día	180	kg	2.512
Energía del GLP	13,94	kWh / Kg	
Energía por Biogas	6,39	kWh/ m3	
<b>Equivalencias</b>			
Biogas / año	141.529	m3	
Biogas / mes	11.794	m3	
Biogas / día	<b>393</b>	m3	

*Este es el valor mínimo a disponer.*

#### 8.3.2. Potencial de biogás a partir del estiércol de pollo

Se separan los cálculos de potencial de generación de los dos tipos de biomasa disponible para ingresar al digestor, las excretas (A) y la cama seca (B), cada uno con sus características y rendimientos.

##### A) Cálculos de biogás a partir de las excretas

En base a los diversos estudios sobre el potencial de generación de biogás (partir de biomasa con excretas de pollo) tenemos los siguientes datos:

Comenzamos determinando el peso promedio de las aves para los 45 días del ciclo de cría, considerando que se conoce la cantidad de excretas asociadas al peso vivo.

ENGORDE DE POLLOS SEMANA A SEMANA							PROMEDIO	
Semana	1	2	3	4	5	6	gramos	kilos
Peso (gramos)	130	320	640	1030	1500	1980	933,3	0,93

El total de masa de excretas corresponde al **4,5%** del peso vivo (por día de vida), contemplando pérdidas por recolección resulta en **41 toneladas por galpón**, al cabo del ciclo productivo de 45 días.

Ahora el potencial de generación de biogás es:

Tipo de Animal	% por peso vivo		% de mat. de digestión	Producción de Biogás m <sup>3</sup> /kg SO
	PE - Estiércol	PO - Orina	% SO (Sol. Org.)	
Vacunos	5%	4%	13%	0.250
Cerdo	3%	3%	12%	0.350
Caprinos	4%	1,5%	20%	0.200
Caballos	5%	4%	15%	0.250
<b>Aves</b>	<b>4,50%</b>		<b>17%</b>	<b>0.300</b>

De la masa total de excretas, la fracción útil (sólidos orgánicos) es solo del **17%**. Esta masa útil tiene un potencial de generar **0.300 m<sup>3</sup> de biogás** por Kg.

La fracción de humedad en las excretas del 4,5% está excluida de los cálculos ya que la misma se pierde en evaporación, para poder manejar solo la parte útil para la biodigestión.

De esta forma, se determina que el potencial de biogás para las excretas generadas por un galpón estándar es de **2110 m<sup>3</sup>**.

### **B) Cálculos de biogás a partir de la cama de pollo**

A su vez, la parte “seca” de la cama de pollo colabora con la biogeneración, siendo aprovechable gracias a su aporte compensatorio de Carbono para la mezcla de excretas que es alta en Nitrógeno.

La relación C/N lograda se determina en base a los siguientes valores y los componentes de la carga disponible para la digestión.

Valores promedio aproximados de la relación C/N de algunos residuos rurales.

Materiales	% C	% N	C/N
<b>Residuos animales</b>			
Bovinos	30	1.30	25:1
Equinos	40	0.80	50:1
Ovinos	35	1.00	35:1
Porcinos	25	1.50	16:1
Caprinos	40	1.00	40:1
Conejos	35	1.50	23:1
Gallinas	35	1.50	23:1
Patos	38	0.80	47:1
pavos	35	0.70	50:1
Excretas humanas	2.5	0.85	3:1
<b>Residuos vegetales</b>			
Paja trigo	46	0.53	87:1
Paja cebada	58	0.64	90:1
Paja arroz	42	0.63	67:1
Paja avena	29	0.53	55:1
Rastrojos maíz	40	0.75	53:1
Leguminosas	38	1.50	28:1
Hortalizas	30	1.80	17:1
Tubérculos	30	1.50	20:1
Hojas secas	41	1.00	41:1
Aserrín	44	0.06	730:1

Fuente: Varnero y Arellano, 1991.

Relación C/N de la mezcla	Pollo	Trigo
C = % de carbono orgánico contenido en cada materia prima	35.00%	46.00%
N = % de nitrógeno orgánico contenido en cada materia prima	1.50%	0.53%
Q = Peso fresco de cada materia, expresado en kilos	4,596	1,333

Así la relación C/N se comprueba en: **29.23 : 1**

Este valor está dentro del rango adecuado apuntado para el proceso.

El rendimiento para el promedio de las granjas con cama de trigo se verifica:

Material de la cama	%SO (Sólidos Orgánicos)	Producción de Biogás m <sup>3</sup> /kg SO
Cama seca trigo	79%	0.200

La masa de cama por galpón promedio es de **12 toneladas**, cuya fracción útil para la biodigestión es el **79%**.

De esta forma, es posible calcular el potencial de biogás para la cama entregada por cada galpón de cría en **1896 m<sup>3</sup>**.

### C) Biogás potencial total

El agregado de la fracción de excretas más el aporte de la cama, resultan en un potencial de biogás por cada galpón de cría de unos **4000 m<sup>3</sup>** dado por el material generado por un galpón en un ciclo de cría.

Este dato deberá multiplicarse por los 5 galpones estándar del modelo estudiado de granja tipo, asumiendo condiciones de generación estabilizadas tras el período inicial.

De esta forma, trabajando de forma estable es factible disponer de un promedio de **400 m<sup>3</sup>** diarios de Biogás (anualizado 146.000 m<sup>3</sup>).

Estos valores se asumen con un rango de variabilidad de +/-10%.

Para todos los cálculos se utiliza el número inferior del rango (-10%)

### 8.3.3. Tiempo de retención hidráulico (TRH)

Este parámetro indica la cantidad de tiempo promedio que los sustratos permanecen en el reactor, cuando se tienen procesos de flujo continuo o semi continuo.

En general, si la degradación ocurre en un proceso por lotes, durante los primeros 20 a 30 días se degrada la mayor cantidad de materia orgánica. A partir de ahí, la degradación decae asintóticamente hasta un valor máximo para cada tipo de sustrato.

Para el caso de residuos sólidos del proceso de engorde de pollo parrillero, operando en el rango mesofílico de temperaturas y con el material disponible en el modelo estudiado, se determina en **TRH = 42 días** como mínimo a cumplir.

Estos datos están tabulados para las variables operativas en el caso de estudio.

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRAÚLICO	CARACTERÍSTICAS
30 - 40 DÍAS	Clima tropical con regiones planas. Ej. Indonesia, Venezuela, América Central
40 - 60 DÍAS	Regiones cálidas con inviernos fríos cortos. Ej. India, Filipinas, Etiopía
60 - 90 DÍAS	Clima temperado con inviernos fríos. Ej. China, Corea, Turquía

Fuente: Verner, 1991

### 8.3.4. Manejo de la cama como carga de digestión

Contemplando una situación estable de carga en el digestor, la disponibilidad de biomasa para la digestión prorrateando la generación al final de cada ciclo y dividiendo en 45 días:

	<b>Cama diaria promedio</b>	<b>Excretas diarias promedio</b>	<b>Biomasa promedio disponible por día</b>
1 galpón	266 kg	919 kg	1186 kg
5 galpones	1333 kg	4597 kg	<b>5930 kg</b>

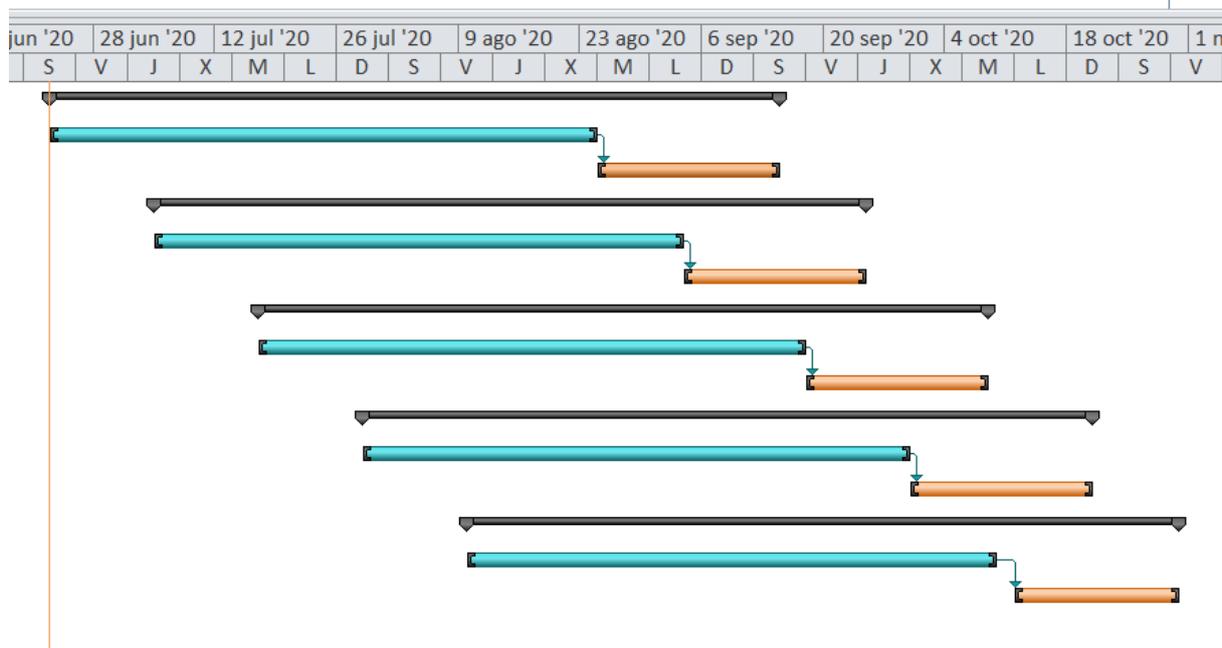
Según las especificaciones técnicas operativas del tipo de digestor seleccionado y la cantidad de galpones en la granja, es necesario establecer condiciones de limpieza y recolección de forma tal que el digestor pueda ser alimentado de forma homogénea, logrando una estabilidad de funcionamiento en el tiempo, y también conocer el volumen máximo y promedio a cargar en cada semana activa del año.

Tenemos de esta forma, un periodo de estabilización de 120 días hasta lograr el régimen de trabajo. Durante este período, la generación de biogás y fertilizante se irá incrementando hasta alcanzar los valores informados.

Para los cálculos de generación de biomasa y beneficio económico, fue contemplado este escalonamiento.

Generación de cama para la biodigestión (incluye mezcla de cama seca y guano).

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>Galpón 1</b>	<b>60 días</b>	<b>mar 23/6/20</b>	<b>lun 14/9/20</b>	
Generación biomasa 1	45 días	mar 23/6/20	lun 24/8/20	
Adecuación y sanitización 1	15 días	mar 25/8/20	lun 14/9/20	23
<b>Galpón 2</b>	<b>59 días</b>	<b>dom 5/7/20</b>	<b>jue 24/9/20</b>	
Generación biomasa 2	45 días	dom 5/7/20	jue 3/9/20	
Adecuación y sanitización 2	15 días	vie 4/9/20	jue 24/9/20	26
<b>Galpón 3</b>	<b>60 días</b>	<b>vie 17/7/20</b>	<b>jue 8/10/20</b>	
Generación biomasa 3	45 días	vie 17/7/20	jue 17/9/20	
Adecuación y sanitización 3	15 días	vie 18/9/20	jue 8/10/20	29
<b>Galpón 4</b>	<b>60 días</b>	<b>mié 29/7/20</b>	<b>mar 20/10/20</b>	
Generación biomasa 4	45 días	mié 29/7/20	mar 29/9/20	
Adecuación y sanitización 4	15 días	mié 30/9/20	mar 20/10/20	32
<b>Galpón 5</b>	<b>60 días</b>	<b>lun 10/8/20</b>	<b>vie 30/10/20</b>	
Generación biomasa 5	45 días	lun 10/8/20	vie 9/10/20	
Adecuación y sanitización 5	15 días	lun 12/10/20	vie 30/10/20	35



En naranja se muestran los días de limpieza y desinfección de cada galpón, mientras que el verde indica la generación de biomasa disponible al final de dicho período.

La biomasa disponible luego de cada ciclo de cría es de casi 54 ton.

### 8.3.5. Proceso de carga en el digestor

El recinto anaeróbico donde se sucede la biodigestión necesita ser cargado de forma planificada y regular. Para esto, se analiza en primer lugar la cantidad de cama de pollo disponible para la alimentación, los tiempos asociados al proceso de cría, y el tiempo de residencia para la conversión.

La mejor forma de proceder a la carga, es secuenciando el proceso, de manera de poder trabajar de a un galpón por vez. Cada nave de cría genera una nueva cama cada 45 días, y hay que considerar luego hasta 15 días de tiempo “sanitario” en el que el galpón es desinfectado y no puede poblarse de pollos. Esto suma entonces 60 días netos entre ciclos.

Los cálculos a partir de estos parámetros indican que el ritmo óptimo de carga del digestor es cada 12 días, período en el cual se logra mantener el circuito de trabajo constante, la carga en el digestor balanceada, y se guardan tiempos más que suficientes para la desinfección, cría, vaciado, descarga de cama y carga del digestor.

La estabilización de carga se da al cabo de 18 semanas desde el comienzo del proyecto.

Para el manejo de la cama, se reutiliza el equipo tipo Bobcat (o similar) del cual la granja deberá disponer, con la diferencia que en lugar de acopiar el material al aire libre, se

acondiciona en cambio en una cámara de carga y homogenización previa al ingreso al digestor.



En dicho proceso, se establece la relación de sólidos y agua definida por la especificación técnica del sistema digestor y se realizan ingresos de forma secuencial a la cámara principal del digestor, para evitar sobredimensionar la cámara de carga y para un mejor manejo del proceso sin requerir mayor mano de obra.

El trabajo de carga de un galpón puede durar hasta una jornada completa de trabajo de un operario.

La masa de agua a usar para la mezcla responde a cálculos que contemplan el contenido de humedad inicial de las corrientes a usar, de manera que las excretas y la cama de pollo seca tienen diferente requerimiento de agua a agregar cada uno.

Para poder permitir el proceso de biogeneración, se deberá acondicionar la mezcla con una cantidad de agua determinada a calcular, apuntando a lograr 10% de sólidos en la mezcla.

$$\% \text{ S.T. (carga diluida)} = \frac{1 \text{ kg excreta} * \% \text{ S.T. excreta fresca}}{1 \text{ kg excreta fresca} + \text{agua agregada}}$$

Conociendo que el contenido de Sólidos Totales de las excretas es del 25%, y el de la cama de pollo (base trigo) ronda el 80-82%, se calcula:

	Relación
Relación agua / excretas	1.5 : 1
Relación agua / cama seca	7.2 : 1

La corriente de agua a usar proviene del pozo original usado por la granja, como también del retorno del digestor luego de los lechos de secado.

### 8.3.6. Balance de masa

Se realiza un balance de masa estacionario, sin acumulación de masa. Se considera el aporte estable de los 5 galpones para los cálculos.

De esta forma podemos decir:

$$m_{\text{ingreso}} = m_{\text{salida}}$$

A su vez cada corriente puede descomponerse en sus partes:

$$m_{\text{ingreso}} = m_{\text{agua}} + m_{\text{sustrato}}$$

$$m_{\text{salida}} = m_{\text{agua}} + m_{\text{biogas}} + m_{\text{digestado}}$$

Donde:

- $m_{\text{sustrato}}$  = masa del sustrato que incluye excretas y cama
- $m_{\text{agua}}$  = masa de agua
- $m_{\text{biogás}}$  = masa de biogás generado ( $\text{CH}_4$  60% +  $\text{CO}_2$  39% + 1% otros gases)
- $m_{\text{digestado}}$  = fertilizante sólido y biol líquido

Durante el proceso de biodigestión existe una transformación que se estudiará bajo las siguientes condiciones teóricas planteadas:

- Rango de temperaturas mesofílicas 31°C a 37°C
- Se asume un estado estacionario, sin fugas ni almacenamiento de masa
- Datos por día, para 5 galpones agregados

Entrada 22.425 kg/día		Salida 22.425 kg/día		
Agua	Sustrato	Biogás	Fertilizante	Biol
16.495 kg	5.930 kg	477 kg	5.835 kg	16.113 kg
22.425 kg		22.425 kg		
		398 m <sup>3</sup>		

*densidad biogas      1,2      kg/m<sup>3</sup>*

Así se verifica la generación de biogás y digestado (fertilizante) por día, contemplando el aporte de los 5 galpones cargando de forma estable el digestor.

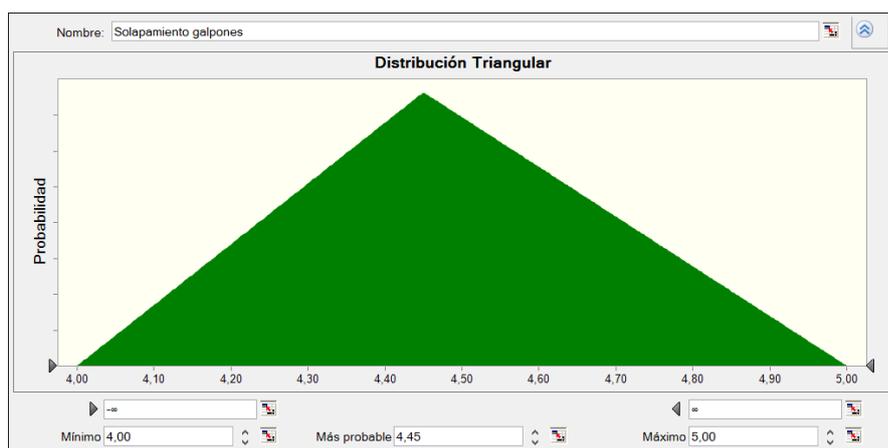
### 8.3.7. Cálculos dinámicos de Biogas

A partir de los datos de rendimiento obtenidos por investigaciones independientes sobre biodigestión del tipo de sustrato identificado, se procede a realizar un análisis mediante simulación de Montecarlo donde es posible relacionar variables de acuerdo a distribuciones de probabilidad para así entender los resultados a medida que los valores varían.

Los parámetros variables relevantes a simular, serán:

- A. Solapamiento de cargas estimado
- B. Tiempo de Retención Hidráulica óptimo

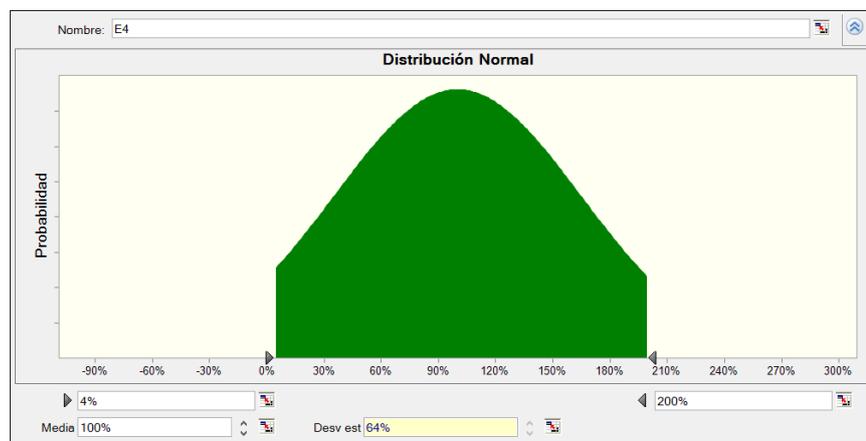
Para la variable A, lo que se considera es que partiendo de un solapamiento de cargas base de 4,45 sobre 5 galpones disponibles (carga promedio igual al 89% del sustrato disponible), se plantea una distribución triangular con mínimo 4 galpones cargados y máximo 5.



En el caso B, se trata de la variación de temperatura y cómo esta afecta al Tiempo de Retención Hidráulico. A su vez este TRH podrá maximizar o minimizar la producción de Biogás con una base de 45 días = 100% producción calculada (0.300 m<sup>3</sup>/Kg SO). De esta forma, conociendo la variación de temperaturas y cómo esto afecta al TRH, se plantea una distribución normal con truncamiento de 4% (mínimo de producción) y máximo de 200% para altísimas temperaturas. Se descarta la chance de no producir o superar 200%. Desv est. 64% corresponde a variaciones de temperatura esperadas para los rangos contemplados.

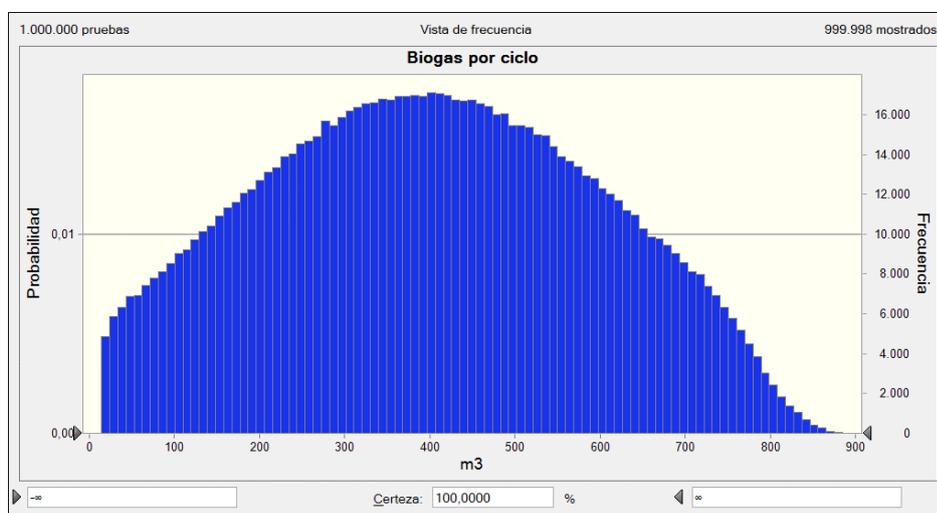
TRH	
Temp	Días
5	180
15	90
25	60
35	45
45	32

Se considera la base el TRH = 45 días asociado a una temperatura de fermentación anaeróbica interna del digestor = 35°C.



Los resultados muestran que con 1.000.000 de iteraciones, la interrelación de variables tiene un resultado de generación más probable a partir de 400 m<sup>3</sup>/día, lo cual supera a los cálculos estáticos y nos permite comprobar el escenario ante posibles variaciones de carga y temperaturas en las regiones donde se sitúan nuestros clientes potenciales.

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	1.000.000
Caso base	396
Media	402
Mediana	400
Modo	---
Desviación estándar	194
Varianza	37491
Sesgo	0,0480
Curtosis	2,17
Coefficiente de variación	0,4814
Mínimo	14
Máximo	885
Error estándar medio	0



### 8.3.8. Dinámica de la biodigestión

Una vez ingresado diariamente por bombeo por un extremo del digestor, el material previamente preparado, se pone en contacto con el resto de los sólidos volátiles que están interviniendo en el proceso y los cuales ya están trabajando a una temperatura de 30° a 35° lo cual hace que el proceso se mantenga estabilizado y generen la proliferación de la bacterias metanogénicas vitales para el desarrollo del biogás. A su vez el ingreso no solo produce agitación sino que también genera una salida de volumen equivalente a partir de las bombas extractoras de lodos desde la otra punta del biodigestor.

La agitación del digestor se realiza mediante agitadores para evitar las zonas muertas y que el proceso se realice de manera homogénea.

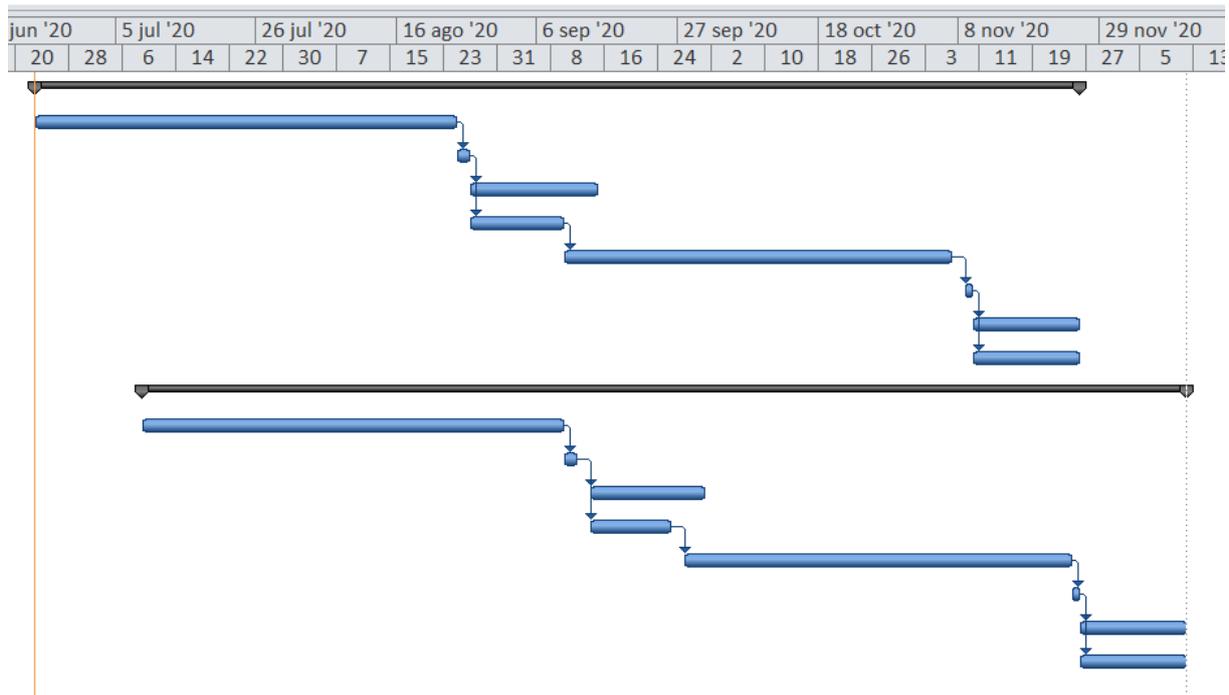
Durante el transcurso de los **42 días** (tiempo hidráulico de retención determinado) el biogás generado es enviado para su utilización luego de un proceso de refinación. Además el biogás también se almacena en el vacío generado por la membrana geotextil, la cual al

expandirse debido a la presión del gas puede incrementar el tamaño del biodigestor en un 20%.

Parte del material digerido que es extraído por las bombas, puede ser aprovechado para ser nuevamente enviada hacia la cámara de carga con el fin de mejorar el pH de ingreso y mezclara la materia orgánica que se alimenta de la biomasa

### GANT

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>Galpón 1</b>	<b>112 días</b>	<b>mar 23/6/20</b>	<b>mié 25/11/20</b>	
Cría y engorde	45 días	mar 23/6/20	lun 24/8/20	
Recogida de cama 36 ton	2 días	mar 25/8/20	mié 26/8/20	2
Sanitización galpón	13 días	jue 27/8/20	lun 14/9/20	3
Preparación de la carga	10 días	jue 27/8/20	mié 9/9/20	3
Digestión de biomasa	42 días	jue 10/9/20	vie 6/11/20	5
Descarga de digestado	1 día	lun 9/11/20	lun 9/11/20	6
Secado de lodos	12 días	mar 10/11/20	mié 25/11/20	7
Retorno de líquidos	12 días	mar 10/11/20	mié 25/11/20	7
<b>Galpón 2</b>	<b>112 días</b>	<b>jue 9/7/20</b>	<b>vie 11/12/20</b>	
Cría y engorde	45 días	jue 9/7/20	mié 9/9/20	
Recogida de cama 36 ton	2 días	jue 10/9/20	vie 11/9/20	11
Sanitización galpón	13 días	lun 14/9/20	mié 30/9/20	12
Preparación de la carga	10 días	lun 14/9/20	vie 25/9/20	12
Digestión de biomasa	42 días	lun 28/9/20	mar 24/11/20	14
Descarga de digestado	1 día	mié 25/11/20	mié 25/11/20	15
Secado de lodos	12 días	jue 26/11/20	vie 11/12/20	16
Retorno de líquidos	12 días	jue 26/11/20	vie 11/12/20	16



En el diagrama puede verse el solapamiento de tareas entre uno y otro galpón a vaciar.

Esto se repetirá con 5 galpones, **solapados 12 días**.

De esta forma, cada 60 días recomienza el ciclo, repoblando el galpón de cría con cama de pollo y los pollitos BB.

### 8.3.9. Filtros de biogás

El gas en bruto deberá ser tratado para eliminar contaminantes que pueden ser peligrosos aguas abajo en el proceso. Además se contempla un pre filtro deshidratador y un sistema enfriador acondicionador.

Se selecciona un sistema de filtrado en paralelo que permite usar un circuito por vez para lograr el mantenimiento de los mismos sin interrumpir el proceso.



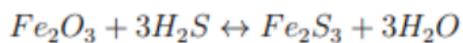
La adsorción química se lleva a cabo utilizando pellets de óxido de hierro como adsorbente.

El biogás pasa a través del óxido de hierro para remover el H<sub>2</sub>S, el cual al reaccionar con éste forma sulfuro de hierro. Cuando los pellets se cubren completamente con sulfuro son regenerados. Este es un método simple aunque en la regeneración se libera mucho calor.

El método es sensible al biogás con altos contenidos de agua. Este tratamiento tiene una eficiencia de limpieza superior al 99.98%.

Los lechos de adsorción agotados pueden ser reactivados con una inyección de aire que convierte el sulfuro de hierro formado a óxido de hierro y sulfuro elemental, proporcionando un lapso de vida de 5 años para cada unidad.

Reacciones químicas



### 8.3.10. Tren de calibración de biogás



El biogás que se va a utilizar en el generador tiene que cumplir ciertas condiciones técnicas relacionadas al volumen, contenido y calidad del CH<sub>4</sub>, presión de servicio, seguridad y control.

El tren de calibración incluye además controles automáticos que permitan la conmutación en el caso de haber faltante de biogás.

Los quemadores multi gas deben operar a una presión que ronda los 15 mbar, para lo cual se hace necesario este tipo de sistemas con tal de garantizar un calentamiento eficiente con el combustible seleccionado.

### 8.3.11. Cámara de descarga

Una vez agotado el ciclo de retención hidráulica, dentro del digester los lodos pesados son extraídos del fondo mediante sistemas de bombeo, y conducidos a un tanque de descarga donde se decanta la fracción sólida del contenido de humedad y agua, que es recolectada.

A continuación luego de un tiempo de estabilización de hasta 10 días, la parte líquida es extraída por bombas para su reutilización en el proceso de carga, o bien eliminada (riego o descarte).

Finalmente, los sólidos con hasta un 30% de agua son retirados del fondo mediante bombeo, y conducidos a los lechos de secado donde se disponen para eliminar líquidos restantes (también pueden ser reaprovechados), y quedar ya como fertilizante sólido listo para su venta a granel.

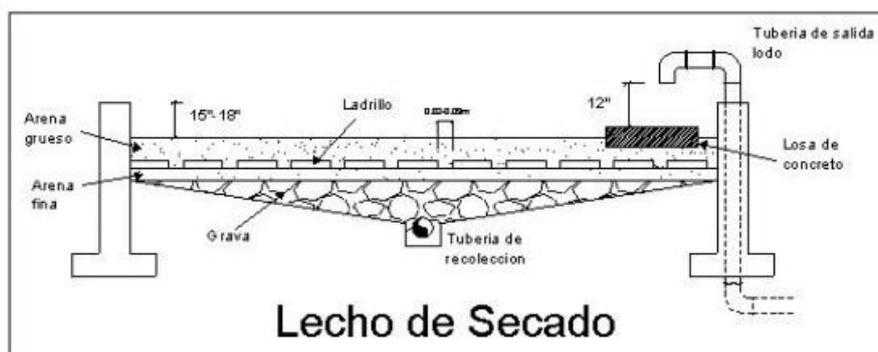
### 8.3.12. Lechos de secado

Es un lecho simple y permeable, cuando se carga con lodos, recolecta lixiviados y permiten que se sequen por evaporación.

De un 50% a un 80% del volumen de los lodos se drena como líquidos, pero no son tratados por no ser peligrosos ni contaminantes.



El fondo del lecho es recubierto con tubos perforados que drenan los lixiviados, encima de ellos hay capas de arena y grava que sostienen al lodo y permiten que el líquido se infiltre y sea recolectado por la tubería. Cuando se secan los lodos, se deben separar de la capa de arena para ser desechados, mientras que el efluente recolectado vuelve en parte a la cámara de carga para contribuir en la disolución del material entrante, o bien puede ser utilizada como abono líquido.



### 8.3.13. Fertilizante

La generación de biogás es un proceso de fermentación en ausencia de oxígeno; el cual resulta en gas por un lado, y un biofertilizante como subproducto. Este se denomina "Biol" en estado líquido y "Biosol" en estado sólido.

Este producto sólido lo denominamos simplemente fertilizante para este trabajo, ya que la parte líquida es reinsertada al digester y no se lleva a la venta.

En las deyecciones de las aves, el alto contenido de nitrógeno está atado orgánicamente al estiércol y de esta manera no disponible a las plantas, resultando así de poca utilidad fertilizante en ese estado. Esto aplica a otros nutrientes presentes en los desechos, pero no fácilmente disponibles para su uso. Por esta razón, un tratamiento de los residuos es indispensable y aquí entra en juego la biodigestión anaeróbica.

Los materiales sin degradación anaeróbica en cambio, pueden generar problemas en el suelo, como es la fitotoxicidad que suele darse con la pollinaza fresca, donde el nitrógeno se encuentra en forma de amonio, en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se convierte en amoníaco, que es tóxico para el crecimiento de las plantas y microorganismos.

La relación en peso y volumen del biofertilizante generado por la digestión anaeróbica es prácticamente de 1:1 entre nutrientes que ingresan y los que salen (Aparcana Robles, S. & Jansen, A. 2008); y entre los beneficios del Biol y Biosol como fertilizantes, se destacan sus efectos de mejoramiento en la absorción de nutrientes, y en el crecimiento de tallos, frutos y raíces.

La composición exacta del fertilizante obtenido depende de los desechos que ingresen al digester. Esto hace posible determinar las características del fertilizante generado, ya que con respecto a los principales elementos de uso fertilizante (N, P, K, Mg) el ratio del material saliente, con respecto al que ingresa a la digestión es constante como se listó previamente. Considerando que los pollos se alimentan de una dieta controlada, la composición de las heces en términos de aporte fertilizante puede ser establecida.

Para el caso del estiércol de pollo, este tiene un contenido NPK de:

- 6.11% de nitrógeno
- 5.21% de fósforo
- 3.20% de potasio

El fertilizante cuenta con estas fitohormonas, mejorando productividad y abaratando costos.

Componentes	Cantidad
Ácido indol acético (ng/g)	9.0
Giberelina (ng/g)	8.4
Purinas (ng/g)	9.3
Citoquininas	N/A
Tiamina (Vit B1) (ng/g)	259.0
Riboflavina (Vit B2) (ng/g)	56.4
Adenina	N/A
Ácido fólico (ng/g)	6.7
Ácido pantoténico (ng/g)	142.0
Triptofano	26.0
Inositol	N/A
Biotina	N/A
Niacin	N/A
Cianocobalamina (Vit B12) (ng/g)	4.4
Piridoxina (Vit B6) (ng/g)	8.6

*Composición General del biofertilizante a partir de desechos de cría de pollo. (INTA)*

Comparativamente puede reemplazar totalmente varios productos comerciales, entre los cuales vale mencionar puntualmente el superfosfato triple “SPT” conjuntamente usado con Urea y Nitrato de K (o Sulfato), para cubrir los requerimientos de NPK a entregar en cualquier proceso de fertilización en el contexto argentino (trigo, soja, etc.).

Para la evaluación del valor económico de este fertilizante, se plantea su venta por debajo del precio de mercado, con la finalidad principal de minimizar el impacto ambiental, dejando el beneficio económico potencial como un punto de explotación futuro para el dueño de la granja. La determinación del precio de venta se realiza por el aporte que representa este fertilizante según su composición, comparado con la oferta comercial sustituta disponible.

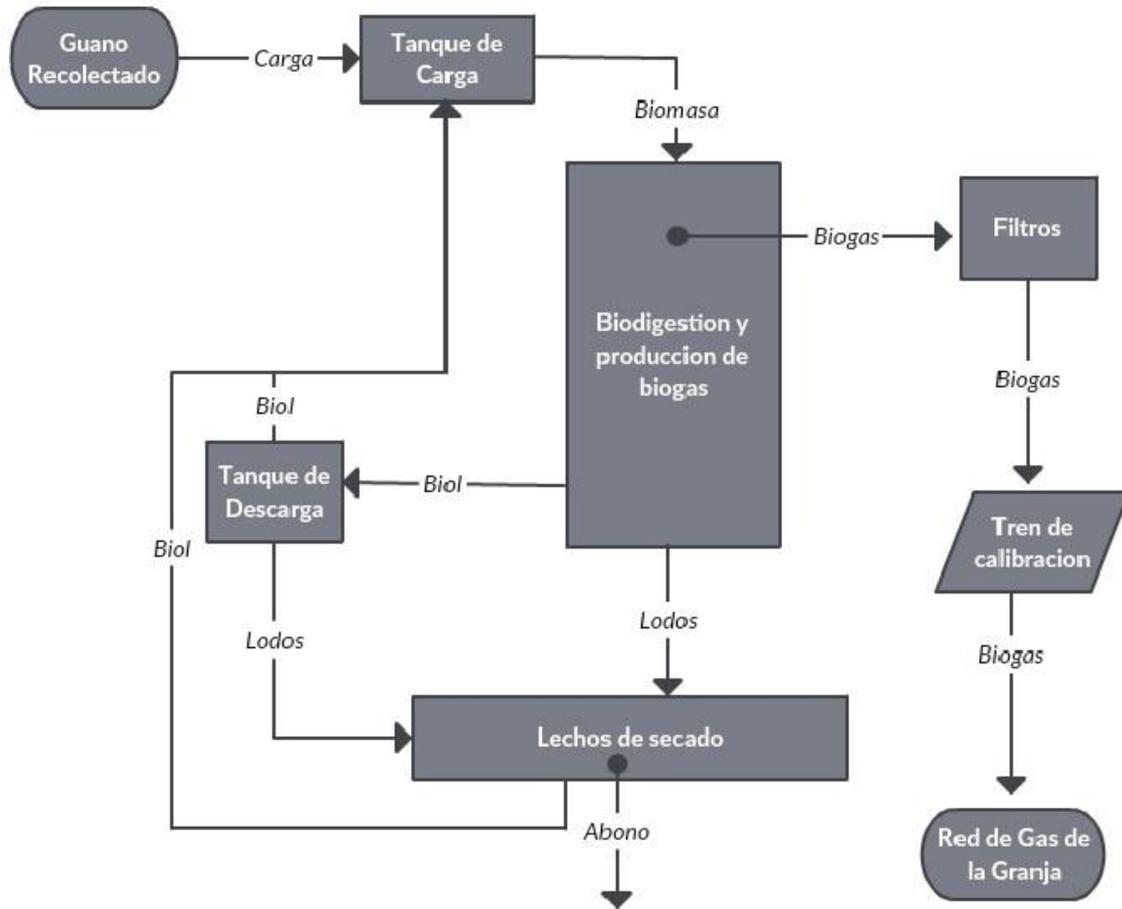
El precio de venta del material fertilizante seco será del 50% del valor de los productos sustitutos en el mercado, de manera de garantizar su retiro por un tercero sin necesidad de administrar la colocación de este producto a la venta, lo cual podría representar un trabajo indeseado para la granja durante las primeras etapas de implementación del sistema de biodigestor.

El retiro del biofertilizante, queda a cargo del comprador y puede ser aún más flexible en cuanto a tiempos, ya que la cámara de descarga y secado puede soportar sucesivas descargas sin saturar el espacio.

La masa de fertilizante listo para el retiro corresponde a prácticamente la misma cantidad de masa sólida ingresada al digestor (conversión 1:1), de acuerdo al detalle en el balance de masa.

Es así que la producción de este material útil alcanza un promedio de 125 toneladas mes.

### 8.3.14. Diagrama de Flujo



### 8.3.15. Layout

En base a los cálculos de carga máxima posible a disponer, y biogás posible de generar, se determina el tamaño del digestor y sus sub sistemas (cámaras de carga, lechos, etc).

La evaluación de biomasa disponible brinda los datos para el dimensionamiento.

Con unas 22 ton de carga diaria disponible (contempla agua), la cámara de carga deberá poder recibir dicho volumen más un margen de seguridad.

Luego estudiando la carga total máxima posible de acuerdo a la generación de biomasa de los 5 galpones, determina el tamaño máximo del recinto de biodigestión.

La cámara de descarga y lechos de secado se dimensionan para admitir el ritmo de salida de material de acuerdo al régimen de carga para un sistema sin acumulación de material.

Cámara de digestión:

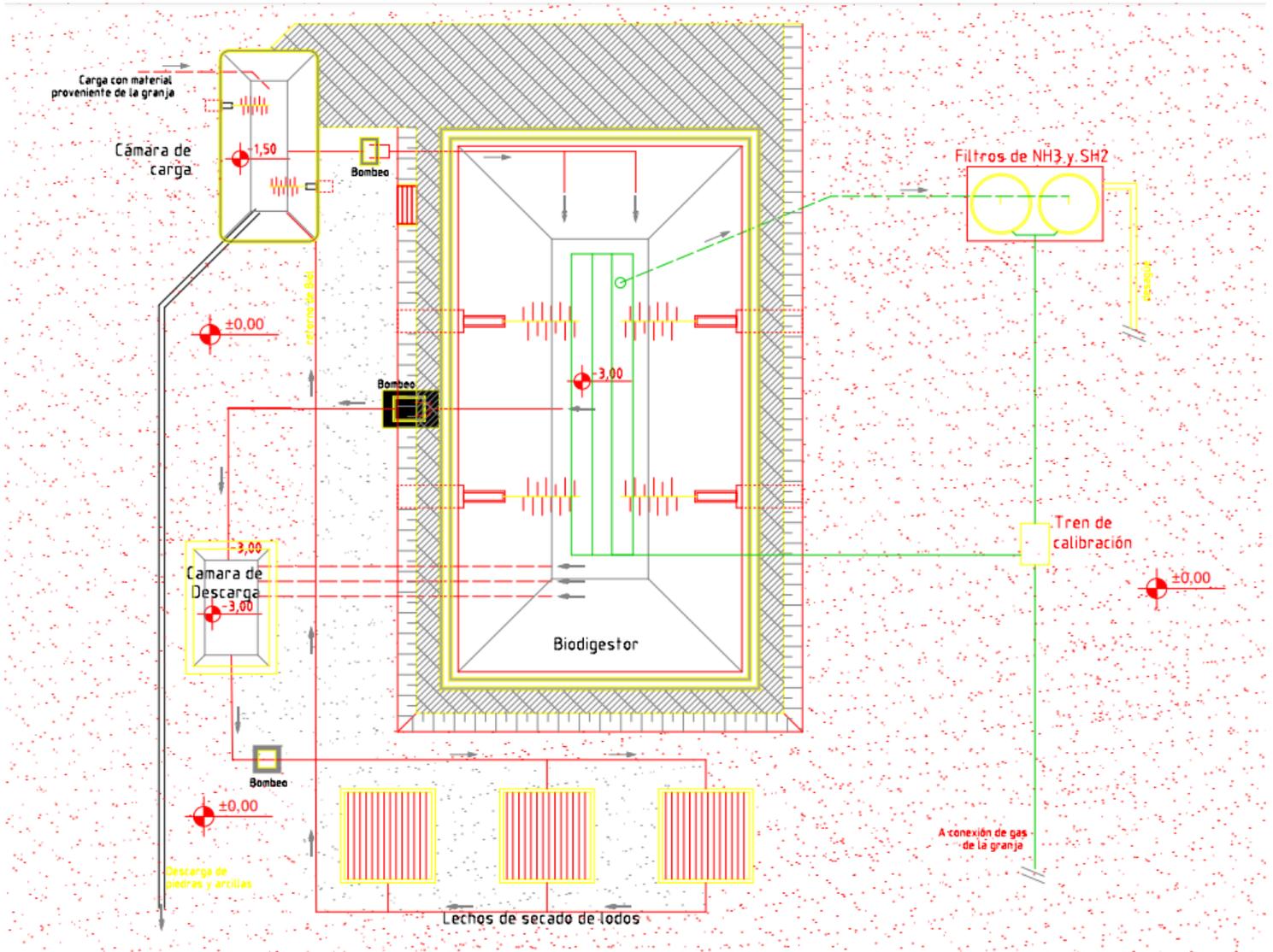
Volumen del Biodigestor (Vd)	$Vd = (C \times TR \times Cs) / 1000$
Carga diaria del digestor en kg (C)	22.425
Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	42
Coefficiente de seguridad (Cs) / Inflado	1.2
Volumen para la mezcla total (M3)	<b>1130</b>

Este volumen se logra con Largo x Ancho x Profundidad = 50m x 8m x 3m promedio



La cámara de digestión se construirá bajo la superficie del terreno con la finalidad de aprovechar el aislamiento térmico natural del suelo.

Se realizará una excavación de forma rectangular, cuyas paredes tendrán una inclinación para asegurar su estabilidad.



## 8.4. Legislación aplicable

### Legislación en el ámbito nacional

Este proyecto orientado a reestructurar la forma en que una granja obtiene energía, puede considerar alineado a lo establecido en la Constitución Nacional Argentina del año 1994 en su Artículo nº 41.

Asimismo, resulta de aplicación la ley nacional Nº 25675 (ley general de ambiente) debido de que este proyecto coincide con los principios y contribuye al logro de los objetivos de la política ambiental nacional (artículos 2 y 3)

El proyecto cumplirá también con lo establecido en:

- Ley Nacional nº 25.612 “Gestión Integral de los residuos de origen industrial y de actividades de servicios”
- Ley Nacional nº 25.668 “Gestión Ambiental de las aguas”
- Ley Nacional nº 26.190 “Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables destinadas a la producción de energía eléctrica”
- Ley Nacional nº 22.428 “Fomento a la conservación de los suelos”

### Legislación aplicable en la Provincia de Buenos Aires

En el ámbito provincial el proyecto se encontraría enmarcado en lo establecido en la constitución de la provincia de Buenos Aires en los artículos:

- Constitución Provincial Artículo 28º, que tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente.
- Ley 6.703 de Policía Sanitaria Animal y Fomento Ganadero, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, del Artículo 10 al 16 de la resolución 80/2000.
- Ley 12.257 del Código de Aguas, Comprendido desde el Artículo 97 al 100
- Decreto 3395/96 de la ley nº 5.965 “Protección de las fuentes a las fuentes de provisión y a los cuerpos y a los cursos receptores de agua y a la atmosfera”

Decreto 242/97 de la ley nº 5.965 en Materia de Efluentes Gaseosos

## 8.5. Seguridad, Higiene y Medioambiente

### 8.5.1. Análisis de Riesgo

Toda actividad conlleva un riesgo inherente, dependiendo de los recursos técnicos usados, materiales intervinientes, condiciones de trabajo y naturaleza de la operación.

En primer lugar es importante identificar los Aspectos, para luego caracterizarlos según su probabilidad de ocurrencia y gravedad en caso de sucederse.

Se plantea un rango de Posibilidad del 1 al 5, siendo 1 poco probable y 5 muy probable.

La gravedad se tipifica del 1 al 10, siendo 1 un incidente, y 10 de grandes daños y/o muertes.

Aspecto	Detalle	Probabilidad (A)	Gravedad (B)	Valor (A x B)
Accidente	Accidente durante la conducción del equipo operado para mover la cama de pollo del galpón a la cámara de carga	3	5	15
Biológico	Contacto de operadores con desechos patógenos en los desechos de cría	5	2	10
Biológico	Inhalación de vapores tóxicos de los desechos de cría al remover la cama	4	3	12
Accidente	Caídas a la cámara de carga durante el volcado de la cama a la misma	2	3	6
Accidente	Explosión por ignición del gas contenido en el digestor	3	10	30
Accidente	Fuga de gas por pinchadura de membrana	3	5	15

### Tratamiento del Riesgo Detectado

En función de la tabla, se verifican algunos Aspectos que deben considerarse como de riesgo significativo. Las medidas adoptar para mitigar, minimizar o eliminar los riesgos detectados serán:

- A) Capacitar al personal que utilice equipos tipo Bobcat
- B) Reglamentar el uso de EPPs (incluyendo guantes) durante los procesos de movimiento de cama de pollo
- C) Apertura de las ventanas del galpón durante el proceso de movimiento de desechos, para garantizar correcta aireación del recinto
- D) Utilización de calzado con suela de goma para los procesos de carga del digestor
- E) Evitar el ingreso del personal a la cámara de carga, dejando que los sustratos y agua descendan por gravedad

- F) Controlar anualmente el estado de las instalaciones bajo presión con certificación de aptitud por un organismo competente
- G) Control mensual del funcionamiento de las válvulas de alivio y antorcha
- H) Señalizar el área del digestor con cartelería indicando el peligro explosivo y un perímetro de seguridad vallado
- I) Capacitar al personal sobre el peligro explosivo del gas contenido
- J) Prohibición de prender llama abierta en la zona delimitada del digestor (incluye fumar)
- K) Control regular de las presiones mediante los sistemas de medición integrados

De esta forma, se tienen bajo control los factores de riesgo más relevantes a la operación, priorizando aquellos valores (A x B) más significativos.

### **Impacto Ambiental**

La mejora en las condiciones de impacto ambiental uno de los pilares del presente proyecto.

Las granjas de cría de pollo son conocidas por producir cantidades masivas de desechos desagradables que alteran y contaminan el ecosistema local.

La forma de trabajo convencional en Argentina implica la acumulación de enormes cantidades de desechos de cría al aire libre, en lapsos variables hasta que un tercero se ocupe de retirar estos desechos para su posterior procesamiento (“guaneros”).

La mejora que aporta la reconversión con la tecnología de biodigestión anaeróbica, es que los desechos son introducidos de forma casi inmediata en el digestor al finalizar el ciclo de cría, evitando filtraciones al suelo, gases, olores o cualquier impacto común en la industria de la generación de carne de pollo.

No hay exposición ambiental más que mientras se vuelca en la cámara de carga.



*Acumulación de desechos común en granjas convencionales*

Finalmente, la salida del digestor es un fango sin patógenos, olores ni vapores más que la evaporación natural. El impacto de este efluente es nulo, y aún si fuese volcado al suelo de forma accidental, las consecuencias serían únicamente el enriquecimiento de la tierra receptora del efluente.

## 8.6. Estudio de Impacto ambiental

Al implementar la solución de ingeniería planteada en el presente proyecto, es evidente que una de las ventajas involucra la eliminación del problema de la disposición y control de contaminantes de la cama de pollo al final del ciclo de cría.

A través de los diferentes capítulos del presente estudio se identificaron actividades e impactos en el medio de forma independiente. A continuación un estudio de los efectos agregados de la implementación del paquete tecnológico propuesto.

### 8.6.1. Alcance

La evaluación de impacto ambiental la utilizaremos para describir los impactos resultantes de las actividades desarrolladas en el proceso de crianza de pollos de engorde, así como también el impacto de los productos que se obtienen de él.

En nuestro caso particular realizaremos dos Estudios de Impacto Ambiental en paralelo en función del impacto que genera nuestra granja avícola con y sin la conversión de los desechos en biogás.

A continuación se detallara las actividades que realiza la granja en el proceso de crianza de pollos para evaluar su impacto ambiental.

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE CRIANZA			
Actividades desarrolladas para engorde de pollos sin biogás		Actividades desarrolladas para engorde de pollos con biogás	
1	Crianza de pollos en todas sus etapas	1	Crianza de pollos en todas sus etapas
2	Manejo del alimento durante el ciclo de crianza	2	Manejo del alimento durante el ciclo de crianza
3	Utilización de agua para el consumo	3	Utilización de agua para el consumo + dilución
4	Limpieza de las naves	4	Limpieza de las naves
5	Almacenamiento de la pollinaza hasta su retiro	5	Funcionamiento del digestor
6	Trabajos ordinarios de funcionamiento	6	Trabajos ordinarios de funcionamiento

### 8.6.2. Identificación de Impactos

Se evaluará mediante una tabla los impactos potenciales derivados de las actividades en la granja en función de las dos alternativas propuestas.

<b>MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA GRANJA</b>														
Factores Ambientales		Actividades sin biogás						Actividades con biogás						
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
<b>Terrestre</b>	Clima	(-)				(-)		(-)					(-)	
	Aire	(-)			(-)	(-)		(-)				(-)	(+)	
	Ruido Ambiental	(-)						(-)						
	Geología													
	Suelos	(-)			(-)	(-)	(-)	(-)				(-)	(+)	
	Vegetación													
	Fauna					(-)								
<b>Hidrología</b>	Aguas Superficiales				(-)	(-)						(-)	(+)	
	Aguas Subterráneas					(-)							(+)	
	Usos de recursos Hídricos				(-)								(-)	
<b>Social</b>	Humanos	(-)	(-)			(-)						(+)	(-)	

**SIMBOLOGIA:** Impacto Positivo (+); Impacto Negativo (-); Ningún Impacto ( )

### 8.6.3. Generación de Impactos potenciales

A partir de la identificación de los factores ambientales involucrados en las actividades de la granja, se genera la siguiente tabla en donde se analizan los impactos potenciales que pudieran existir.

<b>GENERACION DE IMPACTOS POTENCIALES - SIN BIOGAS</b>			
Factores Ambientales	Actividad	Código	Impacto Potencial
<b>Clima</b>	1	CL1	Contaminación Atmosférica debido a la generación de metano
	5	CL5	Contaminación Atmosférica debido a la generación de metano
<b>Calidad del aire</b>	1	CA1	Contaminación atmosférica por generación de olores, contaminación cruzada
	4	CA4	Contaminación atmosférica por generadas por partículas suspendidas
	5	CA5	Contaminación atmosférica por generación de olores
<b>Ruido Ambiental</b>	1	RA1	Contaminación sonora por funcionamiento de los sistemas de ventilación de las naves
<b>Suelo</b>	1	SO1	Contaminación de suelos por desechos solidos
	4	SO4	Contaminación de suelos por desechos solidos
	5	SO5	Contaminación de suelos por desechos solidos
	6	SO6	Contaminación por generación de residuos varios
<b>Aguas superficiales</b>	4	ASP4	Contaminación de cuerpos de agua debido a las aguas residuales provenientes del lavado

	5	ASP5	Contaminación de cuerpos de agua debido a las aguas residuales provenientes de la pollinaza
<b>Aguas subterráneas</b>	5	ASB5	Contaminación de cuerpos de las napas de agua debido a las filtraciones generadas por los lixiviados provenientes del almacenamiento
<b>Uso de recursos hídricos</b>	4	UH4	Generación de aguas residuales provenientes debido a altos consumos
<b>Humanos</b>	1	HS1	Generación de enfermedades profesionales debido a la contaminación y convivencia de vecinos por presencia de moscas/roedores
	2	HS2	Generación de enfermedades causadas por la presencia de roedores
	5	HS5	Enfermedades relacionadas con la presencia de roedores y/o insectos

### GENERACION DE IMPACTOS POTENCIALES - CON BIOGAS

Factores Ambientales	Actividad	Código	Impacto Potencial
<b>Clima</b>	1	CL1	Contaminación Atmosférica debido a la generación de metano
	5	CL5	Contaminación Atmosférica debido a la rotura del biodigestor y/o venteo por sobrepresión
<b>Calidad del aire</b>	1	CA1	Contaminación atmosférica por generación de olores, contaminación cruzada
	4	CA4	Contaminación atmosférica por generadas por partículas suspendidas
	5	CA5	Se controla la liberación de gases peligrosos a la atmósfera, reteniéndolos en el digestor para su consumo.
<b>Suelo</b>	1	SO1	Contaminación de suelos por desechos solidos
	4	SO4	Contaminación de suelos por desechos solidos
	5	SO5	Mejora en la gestión del residuo evitando potenciales contaminaciones del suelo.
<b>Aguas superficiales</b>	4	ASP4	Exceso de consumo del agua para el caudal disponible
	5	ASP5	Volcado de agua previamente tratada únicamente (biol)
<b>Aguas subterráneas</b>	5	ASB5	No se generan efluentes líquidos peligrosos que puedan alcanzar la napa.
<b>Uso de recursos hídricos</b>	3	UH3	Agotamiento del recurso del agua por consumos excesivos en la actividad de la granja
<b>Humanos</b>	4	HS4	Eliminación de olores por desechos no tratados previamente.
	5	HS5	Peligro de accidentes labores relacionados con el almacenaje de fluidos a presión y explosivos

### 8.6.4. Evaluación de Impactos

En la siguiente tabla se muestran los criterios de evaluación para estimar la incidencia de la actividad sobre los distintos factores ambientales.

CRITERIOS DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTAL			
Criterios	Evaluación	Descripción	Impacto Potencial
<b>Carácter "C"</b>	Positivo	Beneficio para el ambiente	+1
	Negativo	Daño o deterioro para el ambiente	-1
<b>Riesgo "G"</b>	Bajo	Ocurrencia improbable	1
	Medio	Ocurrencia poco probable	2
	Alto	Ocurrencia probable	3
	Muy alto	Ocurrencia inminente	4
<b>Extensión "E"</b>	Puntual	El impacto se encuentra dentro de la empresa y/o es controlado	1
	Local	El impacto afecta al municipio y/o alrededores y no es controlado	2
	Regional	El impacto excede el área del municipio	3
<b>Intensidad "I"</b>	Baja	Baja incidencia del impacto	1
	Media	Moderada incidencia del impacto	2
	Alta	Elevada incidencia del impacto	3
<b>Reversibilidad "R"</b>	Corto plazo	La alteración puede ser asimilada por el ambiente en menos de 1 año	1
	Mediano plazo	La alteración puede ser asimilada por el ambiente de 1 a 5 años	2
	Largo plazo	La alteración puede ser asimilada por el ambiente en más de 5 años	3
	Irreversible	Imposibilidad del ambiente a retomar su estado natural	4
<b>Recuperabilidad "Re"</b>	Total	Se recupera fácilmente el factor afectado al detener la actividad	1
	Parcial	El factor afectado se encuentra con dificultad al detener la actividad	2
	Irrecuperable	No es posible su recuperación	3
<b>Sensibilidad local "S"</b>	Baja	Las condiciones del área hacen que los impactos no sean significativos	1
	Media	Las condiciones del área hacen que los impactos sean significativos	2
	Alta	Las condiciones del área hacen que los impactos sean muy significativos	3

La expresión numérica que a continuación se detalla es aplicada para ponderar cada impacto ambiental:

$$\text{Valor} = C * P * (G + E + I + R + Re + S)$$

Donde P corresponde a la asignación de peso o importancia del impacto a evaluar. Su valor está en un rango de 0 a 1 y este valor es asignado por opinión experta con experiencia en estas actividades.

### 8.6.5. Calificación de Impacto Ambiental

La calificación del impacto ambiental se realiza de acuerdo a la siguiente ponderación.

PONDERACION Y ASIGNACION DE COLOR PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES			
Valor		Ponderación	Código de Color
De	A		
1	20	Positivo	Verde
-6	0	Negativo no significativo	Amarillo
-12	-7	Negativo altamente significativo	Anaranjado
20	-13	Negativo significativo	Rojo

A continuación, se procederá a evaluar el impacto ambiental generado durante el proceso de crianza de pollos.

EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA GRANJA SIN BIOGAS										
Cód.	Impacto Potencial	C	P	G	E	I	R	Re	S	Total
CL1	Contaminación Atmosférica debido a la generación de metano	-1	0,6	3	2	1	3	3	1	-7,8
CL5	Contaminación Atmosférica debido a la generación de metano	-1	0,7	4	2	1	3	3	1	-9,8
CA1	Contaminación atmosférica por generación de olores, contaminación cruzada	-1	0,5	3	2	1	3	3	1	-6,5
CA4	Contaminación atmosférica por generadas por partículas suspendidas	-1	0,4	3	2	1	3	1	1	-4,4
CA5	Contaminación atmosférica por generación de olores	-1	0,5	3	2	1	4	2	1	-6,5
RA1	Contaminación sonora por funcionamiento de los sistemas de ventilación de las naves	-1	0,4	3	1	2	1	1	1	-3,6
SO1	Contaminación de suelos por desechos solidos	-1	0,3	2	1	2	2	1	2	-3
SO4	Contaminación de suelos por desechos solidos	-1	0,3	2	1	2	2	1	2	-3
SO5	Contaminación de suelos por desechos solidos	-1	0,6	3	2	3	4	2	2	-9,6
SO6	Contaminación por generación de residuos varios	-1	0,2	1	1	1	1	1	1	-1,2
ASP4	Contaminación de cuerpos de agua debido a las aguas residuales provenientes del lavado	-1	0,6	4	2	3	4	3	2	-10,8
ASP5	Contaminación de cuerpos de agua debido a las aguas residuales provenientes de la pollinaza	-1	0,7	4	2	3	4	3	2	-12,6
ASB5	Contaminación de cuerpos de las napas de agua debido a las filtraciones generadas por los lixiviados provenientes del almacenamiento	-1	0,7	4	2	3	4	3	2	-12,6
UH3	Agotamiento del recurso del agua por consumos excesivos en la actividad de la granja	-1	0,8	1	1	3	4	3	2	-11,2
UH4	Generación de aguas residuales provenientes debido a altos consumos	-1	0,6	4	1	3	3	2	2	-9
HS1	Generación de enfermedades profesionales debido a la contaminación y convivencia de vecinos por presencia de moscas/roedores	-1	0,7	2	1	4	1	1	2	-7,7

HS2	Generación de enfermedades causadas por la presencia de roedores	-1	0,7	3	1	4	1	1	2	-8,4
HS5	Enfermedades relacionadas con la presencia de roedores y/o insectos	-1	0,7	3	1	4	1	1	2	-8,4

<b>EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA GRANJA CON BIOGAS</b>										
<b>Cód.</b>	<b>Impacto Potencial</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>Re</b>	<b>S</b>	<b>Total</b>
CL1	Contaminación Atmosférica debido a la generación de metano	-1	0,6	3	2	1	3	3	1	-7,8
CL5	Contaminación Atmosférica debido a la rotura del biodigestor y/o venteo por sobrepresión y CO2 de generador	-1	0,5	1	2	1	3	3	1	-5,5
CA1	Contaminación atmosférica por generación de olores, contaminación cruzada	-1	0,5	3	2	1	3	3	1	-6,5
CA4	Contaminación atmosférica por generadas por partículas suspendidas	-1	0,4	3	2	1	3	1	1	-4,4
CA5	Se controla la liberación de gases peligrosos a la atmósfera, reteniéndolos en el digestor para su consumo.	1	0,4	1	2	1	4	3	1	4,8
RA1	Contaminación sonora por funcionamiento de los sistemas de ventilación de las naves	-1	0,4	3	1	2	1	1	1	-3,6
SO1	Contaminación de suelos por desechos solidos	-1	0,3	2	1	2	2	1	2	-3
SO4	Contaminación de suelos por desechos solidos	-1	0,3	2	1	2	2	1	2	-3
SO5	Mejora en la gestión del residuo evitando potenciales contaminaciones del suelo.	1	0,4	1	2	3	4	2	1	5,2
ASP4	Contaminación de cuerpos de agua debido a las aguas residuales provenientes del lavado	-1	0,6	4	2	2	4	3	2	-10,2
ASP5	Volcado de agua previamente tratada únicamente (biol)	1	0,7	1	2	2	4	3	2	9,8
ASB5	No se generan efluentes líquidos peligrosos que puedan alcanzar la napa.	1	0,7	1	2	2	4	3	2	9,8
UH5	Agotamiento del recurso del agua por consumos excesivos en la actividad de la granja	-1	0,8	1	1	3	4	3	2	-11,2
HS4	Eliminación de olores por desechos no tratados previamente.	1	0,7	3	1	4	1	1	2	8,4
HS5	Peligro de accidentes labores relacionados con el almacenaje de fluidos a presión y explosivos	-1	0,7	2	1	4	1	1	2	-7,7

Además del estudio de Impacto, como cierre del análisis, vale agregar la reducción en CO<sub>2</sub> que implica el reemplazo de los combustibles fósiles.

## 9. FODA

Establecidas las pautas y variables del proyecto propuesto, se realiza el análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Estas responderán al contexto interno de la granja (cliente potencial) o externo a la misma, de la siguiente forma:

**Fortalezas:** son las capacidades especiales con que cuenta el proyecto, y que le permite tener una posición privilegiada frente a las alternativas. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.

- Constante generación de materia prima para la generación del biogás
- Toda granja de engorde se sitúa en áreas de cultivo de cereales, quedando así al alcance la posibilidad de colocar el biofertilizante que se desprende como subproducto de la fermentación anaeróbica, y resultando en un ingreso extra a la granja.
- Minimización de la dependencia energética de combustibles fósiles, ante problemas de abastecimiento y variaciones de precios en energía
- Solución y aprovechamiento de los desechos generados por la granja, pasando de ser un gasto, a un potencial ingreso.

**Oportunidades:** son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

- Panorama dificultoso en cuanto a las tarifas de energía futuras, favoreciendo implementaciones orientadas al autoabastecimiento energético
- Desarrollo de energías renovables por políticas de gobierno, mediante financiación a relativas tasas bajas de proyectos que las favorezcan
- Costos energéticos se sostienen con subsidios del estado en los casos de granjas convencionales. Un retiro total de los apoyos, eleva la posición de la granja autosustentable

**Debilidades:** son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.

- Inversión requiere un plazo de recuperación importante, en un contexto volátil
- Requerimientos de capacitación podrían requerir personal de difícil reclutamiento en áreas rurales.
- Proyecto adaptable para establecimientos mediano-grandes y grandes



- Menor eficiencia del estiércol avícola para la producción de biogás respecto al estiércol de otros animales (ejemplo: excrementos porcinos)
- Dificultad de acceso a líneas de crédito en el contexto argentino a mitad 2019

Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

- Volatilidad política natural del contexto argentino impide tener seguridad sobre los escenarios futuros
- Devaluación del peso podría resultar en la inviabilidad de la inversión que contempla equipos importados, con un precio de venta de carne de pollo que no acompañe el aumento de precios.
- Complicaciones para conseguir repuestos de equipos y maquinarias importadas

## 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tanto para la evaluación sobre la empresa de servicios a fundar, como para el estudio de una granja modelo, se aplican los mismos criterios y variables relevantes.

Para mediados de 2019 en Argentina las expectativas económicas corresponden con los siguientes indicadores:

	<b>Pesimista</b>	<b>Base</b>	<b>Optimista</b>
Inflación	> 50%	40%	< 30%
Tipo de cambio USD	> \$45.00	\$ 45.00	< \$ 45.00
Δ PBI	-1%	+0.5%	+3.5%
Δ Precio kg pollo en pie	+5%	+22%	+37%

Se recurre a la determinación del WACC (coste promedio ponderado del capital), para cuyo cálculo se utilizó el Capital Asset Pricing Model (CAPM), que arroja como dato relevante el riesgo no diversificable (riesgo del mercado).

Para todos los cálculos estáticos se plantea un tipo de cambio 1 USD = 45 AR\$.

### 10.1. Caso RES S.R.L.

A la hora de dimensionar las características de la firma que provee los servicios, se determina un número de cuatro proyectos anuales tomando como referencia el estudio de granjas modelo a reconvertir.

Esto permite conocer el rendimiento de la empresa, de acuerdo a los costos incurridos y potenciales ingresos por ventas.

#### 10.1.1. Costos fijos de la operación de RES S.R.L.

RES S.R.L tiene una estructura mínima pero rígida de costos en base a su personal fijo, costos de alquiler y servicios básicos para el negocio.

Estos quedan por fuera de los incurridos en cada obra particular.

A lo largo del año, la empresa se limita a la gestión de 4 proyectos de ingeniería entre los cuales se licúan estos costos fijos de forma creciente a medida que se concluyen las etapas de cada proyecto, que derivan en certificaciones de obra y consecuentes ingresos.

De esta forma, para visualizar los costos por proyecto se deberá evaluar la totalidad de cada año calendario, sin descuidar las erogaciones fijas de la empresa.

Referencia: Tabla 6: Estructura de costos RES SRL

### 10.1.2. Costos por proyecto modelo

Cada proyecto de reingeniería a aplicar sobre cada cliente, seguirá los esquemas calculados para una “granja tipo modelo”, la cual representa al tipo de establecimiento de engorde apuntado como cliente potencial.

Para poder reconvertir esta granja modelo, se deberá realizar una inversión que incluirá todos los servicios prestados por RES S.R.L., empresa que determinará las necesidades de servicios de obra, montaje, equipos, calibración, controles.

De acuerdo a las necesidades técnicas, se calcula el siguiente esquema de costos.

Ingeniería Modelo 1	Total
<b>Estudios de Factibilidad técnica y Habilitaciones</b>	USD 1.500,00
<b>Movimiento de Suelos</b>	USD 7.500,00
<b>Obra civil / Cañerías</b>	USD -
Excavación	USD 26.353,41
Sanjeado / cañerías	USD 19.765,06
Hormigonado	USD 46.118,48
Colocación de membrana	USD 35.577,11
Obra civil auxiliar	USD 19.765,06
<b>Montaje de Equipos</b>	USD -
Bombas	USD 10.527,49
Filtros y acondicionamiento	USD 53.026,07
Agitadores, compresor y equipos aux.	USD 17.517,41
<b>Red de incendio</b>	USD -
Tanque elevado	USD 1.550,00
Cañerías de incendio y sensores	USD 4.500,00
<b>Calibración y puesta en marcha</b>	USD 1.450,00
<b>Total</b>	<b>USD 245.150</b>

Sobre estos costos, RES S.R.L. aplicará un margen de utilidad, alcanzando finalmente un precio cerrado llave en mano por el paquete tecnológico completo.

### 10.1.3. Secuencia de montaje

Tanto para planificar la actividad solapada durante el año, como para pautar los ingresos de dinero en las diferentes etapas del año, se planifica el siguiente cuadro de etapas para cada proyecto, donde también se fijan los períodos de pago por cumplimiento de etapas (avance de obra).

Referencia: *Tabla 7: Solapamiento de costos por proyecto de Ingeniería*

Podemos observar como conforme avanza la obra, los costos se detallan por etapa de avance para un seguimiento más exhaustivo; y poder proyectar el requerimiento de capital necesario.

A continuación se verifica cómo la superposición de proyectos en el año (y en los años proyectados) representa una problemática con respecto al capital de trabajo necesario para afrontar las obras. Es así como en el cuadro siguiente se fundamenta el requisito de casi USD 256.400 durante los primeros 4 meses, para evitar faltantes de capital para el avance de las obras.

Referencia *Tabla 8: Solapamiento de costos de RES SRL por mes y por proyecto*

#### **10.1.4. Ingresos por certificación de etapas**

A medida que se cubren las etapas determinadas en el esquema previo, se procede al cobro de cada certificación mediante.

El margen de utilidad sobre los costos variables de cada proyecto, se define en 28%.

El valor llave en mano de cada proyecto modelo, asciende a USD 313.800 final.

La secuencia de cobros solapados para el horizonte de planeamiento, demuestra que durante los primeros 4 meses la cantidad de dinero que ingresa por etapas certificadas es inferior a los costos incurridos, para lo cual se requiere financiar el capital de trabajo requerido.

Referencia *Tabla 9: Solapamiento de ingresos de RES SRL por mes y por proyecto*

### 10.1.5. Financiamiento para fundar la empresa

Se toma como referencia la tasa del Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE) en USD para la conformación de la estructura de costos en el armado de la firma, contemplando un requerimiento de capital de trabajo calculado de acuerdo a las proyecciones de ventas y fechas de pago de los clientes, que deja un descubierto financiero imposible de cubrir con los ingresos operativos de la empresa en el corto plazo.

## El BID y el BICE financiarán a PyMEs por USD 160 millones para proyectos de renovables

Las iniciativas de bioenergías adjudicadas en la Ronda 3 de RenovAr podrán solicitar esta línea de crédito

Compartir en  
redes sociales



Publicado el miércoles 15 de mayo de 2019

El Gobierno Nacional, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE) acordaron un crédito por USD 160 millones destinado a promocionar proyectos de energías renovables y de eficiencia energética de pequeñas y medianas empresas.

El BID -en carácter de agencia implementadora del Fondo Verde para el Clima (FVC)- aportará USD 100 millones mientras que el BICE cofinanciará con USD 60 millones adicionales.

La tasa que se propone para estos programas ronda el 12% en USD, cubriendo hasta el 70% de la inversión y períodos de repago de hasta 15 años.

El máximo capital a solicitar para este tipo de proyecto será de hasta 250.000 dólares de acuerdo a los límites establecidos por el organismo para esta línea de créditos.

12,62% en Dólares

Para un préstamo de dólares 250.000 a un plazo de 60 meses con 12 de gracia, sin recurso. En el cálculo del CFT se ha utilizado el sistema francés para una empresa categoría B con una tasa variable conformada por la tasa Libor + 9,50%. No incluye impuestos. Incluye comisiones por 1,00%  
Libor Promedio Simple Agosto 2019 - 2,0567%  
\*Costo Financiero Total - Expresado como Tasa Efectiva Anual

Esto quedó reflejado en el detalle de Capital de Trabajo requerido, e impactará en los resultados de la firma presentados al final del trabajo.

Financiación RES S.R.L.	
Monto a solicitar	USD 150.134
Comisión 1%	USD 1.501
Cuotas	36
Sistema	ALEMAN
TNA	11,57%
Intereses	USD 26.779
IVA financiación	USD 5.939

La estructura de capital posible de financiar el proyecto será con un 54,50% de financiación externa de acuerdo a los límites de capital detallados por las condiciones del BICE para el tipo de estructura y empresa a fundar.

De esta forma, los accionistas de RES S.R.L. deberán invertir USD 125.341

#### 10.1.6. Resultados de la inversión para la empresa a crear RES S.R.L.

Dada la inversión detallada previamente, los resultados del proyecto para iniciar una empresa prestadora de servicios de ingeniería son los siguientes.

La **TIR** del proyecto para esta inversión alcanza el **29.14%** y el **VAN** a 5 años resulta en **USD 153.780** (utilizando WACC = 8,52%) y con un período de recupero de **2.5 años**. TIR supera al costo promedio ponderado del capital (WACC).

**Tabla 3: Resultados RES**

RES S.R.L.							
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	
Ingresos	\$ 1.255.168	\$ 1.255.168	\$ 1.255.168	\$ 1.255.168	\$ 1.255.168	\$ 1.255.168	
Egresos	\$ 1.051.280	\$ 1.050.280	\$ 1.050.280	\$ 1.050.280	\$ 1.050.280	\$ 1.050.280	
<b>FLUJO DE CAJA OPERATIVO</b>	<b>\$ 203.888</b>	<b>\$ 204.888</b>					
Ingresos No Operativos	\$ 125.341	\$ 3.759	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Egresos No Operativos	\$ 275.475	\$ 88.346	\$ 91.783	\$ 93.518	\$ 95.564	\$ 95.564	
<b>FLUJO DE CAJA NO OPERATIVO</b>	<b>-\$ 150.134</b>	<b>-\$ 84.587</b>	<b>-\$ 91.783</b>	<b>-\$ 93.518</b>	<b>-\$ 95.564</b>	<b>-\$ 95.564</b>	
<b>FLUJO DE CAJA SIN FINANCIACIÓN</b>	<b>-\$ 150.134</b>	<b>\$ 119.302</b>	<b>\$ 113.105</b>	<b>\$ 111.370</b>	<b>\$ 109.324</b>	<b>\$ 109.324</b>	
Ingresos financieros	\$ 150.134	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Egresos Financieros	\$ -	\$ 66.262	\$ 58.971	\$ 55.231	\$ -	\$ -	
<b>FLUJO DE CAJA NETO CON FINANCIACIÓN</b>	<b>-\$ 0</b>	<b>\$ 53.039</b>	<b>\$ 54.134</b>	<b>\$ 56.139</b>	<b>\$ 109.324</b>	<b>\$ 109.324</b>	
<b>Resultados después de impuestos</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 106.665</b>	<b>\$ 102.304</b>	<b>\$ 103.745</b>	<b>\$ 107.545</b>	<b>\$ 107.545</b>	<b>\$ 527.804</b>
<b>Accionista</b>							
Capital Cash Flow	-\$ 125.341	\$ 53.039	\$ 54.134	\$ 56.139	\$ 109.324	\$ 125.712	
<b>TIR Accionista</b>	<b>44,89%</b>						
<b>Proyecto</b>							
Flujo	-\$ 275.475	\$ 106.776	\$ 111.325	\$ 111.370	\$ 109.324	\$ 125.712	
<b>TIR del Proyecto</b>	<b>29,14%</b>	<b>VAN</b>	<b>\$ 153.780</b>	WACC	8,52%	<b>2,52 años</b>	

## 10.2. Caso Granja Modelo / Biogás

El costo del paquete tecnológico modelo, con metodología de entrega llave en mano para la granja asciende a **USD 313.800**.

Esta inversión se compensara con la reducción en costos productivos, más los beneficios obtenidos por venta de fertilizante derivado de la biodigestión.

**Tabla 4: Valor de la reingeniería para el Granjero**

Ingeniería Modelo	
<b>Estudios de Factibilidad técnica y Habilitaciones</b>	USD 1.920,00
<b>Movimiento de Suelos</b>	USD 9.600,00
<b>Obra civil / Cañerías</b>	
Excavación	USD 33.732,37
Sanjeado / cañerías	USD 25.299,28
Hormigonado	USD 59.031,65
Colocación de membrana	USD 45.538,70
Obra civil auxiliar	USD 25.299,28
<b>Montaje de Equipos</b>	
Bombas	USD 13.475,19
Filtros y acondicionamiento	USD 67.873,37
Agitadores y equipos aux.	USD 22.422,28
<b>Red de incendio</b>	
Tanque elevado	USD 1.984,00
Cañerías de incendio y sensores	USD 5.760,00
<b>Calibración y puesta en marcha</b>	USD 1.856,00
<b>Total</b>	<b>USD 313.792</b>

El valor incluye los impuestos y la utilidad de la empresa prestadora de los servicios de ingeniería RES S.R.L.

### 10.2.1. Costo del financiamiento para la granja

Actualmente en Argentina, la mejor alternativa para financiar este tipo de emprendimientos renovables, es la línea de créditos del BICE en USD, la cual se detalla a continuación.

Para la estructura de capital, se plantea un 53% de aporte de los accionistas, fundamentado en el nivel de endeudamiento que permite obtener beneficios fiscales (minimización del impuesto a las ganancias).

Financiación Granja Modelo		
Accionista	\$ 166.310	53,0%
Banco	\$ 147.482	47,0%
	\$ 313.792	



CRÉDITOS
FACTORING
LEASING

Inversión en Energías Renovables

El desarrollo de fuentes renovables de energía es un aspecto estratégico para el crecimiento del país, por eso contamos con una línea especial de créditos para financiar a las empresas que tengan proyectos adjudicados a través del programa RenovAR.

La generación de energías renovables a partir de biomasa está contemplada dentro del alcance del programa RenovAR, y la tasa de interés es igual a la tasa LIBOR + Spread de entre 500 a 950 puntos básicos según plazo y proyecto.

<b>Tasa</b>	Libor + Spread de entre 500 a 850 puntos básicos según plazo y proyecto.
-------------	--

La LIBOR (London InterBank Offered Rate, «tipo interbancario de oferta de Londres») es una tasa de referencia diaria basada en las tasas de interés a la cual los bancos ofrecen fondos no asegurados a otros bancos en el mercado monetario mayorista o mercado interbancario.

Actualmente la misma es del 2,069630% (TNA).

Tomando el peor caso de Spread (950) se puede conocer la tasa de interés más cara que pagaría cualquier tipo de proyecto como el presentado en este trabajo:

- TNA calculada = LIBOR +950 = **11,57%**

El financiamiento a solicitar queda entonces:

<b>Financiación Granja Modelo</b>	
Monto a solicitar	USD 147.482
Comisión 1%	USD 1.475
Cuotas	60
Sistema	ALEMAN
TNA	11,57%
Intereses	USD 39.074
IVA financiación	USD 9.417

### **10.2.2. Deducciones admitidas**

De acuerdo con lo que permite la ley, se descontará del pago de impuesto a las ganancias todo gasto financiero que permita la normativa actual.

Art. 81(18) – De la ganancia del año fiscal, cualquiera fuese la fuente de ganancia y con las limitaciones contenidas en esta ley, se podrá deducir:

- a) Los intereses de deudas, sus respectivas actualizaciones y los gastos originados por la constitución, renovación y cancelación de las mismas.

### **10.2.3. Beneficios fiscales**

Existe actualmente un beneficio fiscal del ministerio de Producción y Trabajo para proyectos relacionados con energía renovable, obteniendo beneficios en el pago del impuesto a las ganancias.

Se podría deducir del impuesto a las ganancias el 75% de las inversiones, siempre que el monto no supere el 10% de la ganancia anual neta.

El beneficio es retroactivo y comprende inversiones realizadas desde julio de 2016.

Normativas aplicables:

- LEY N° 27.349
- Resolución registro de instituciones de capital emprendedor
- Resolución beneficio fiscal Ley N° 27.349

- Decreto 711/2017
- Resolución general AFIP N° 4193-E

Estos beneficios serán contemplados durante el análisis económico del proyecto para la granja, entendiéndose que el concepto a reflejar mediante el uso de este beneficio en los cálculos, es poder visualizar la mejor situación fiscal posible. De no presentarse un resultado favorable con estos beneficios asumidos, quedará en evidencia que para el caso de no acceder a los mismos, el cuadro mostraría una situación aún más desfavorable.

#### 10.2.4. Comparativa de costos operativos

Partiendo de un costo de GLP de USD 1,18 (por kg), con un contenido energético de 13,94 kWh/kg, se determina un valor de **USD 0,085 por cada kWh** entregado por el gas envasado.

La optimización a partir del uso de biogás, logra una disminución de los costos energéticos (comparado con GLP) del 83%, siendo que cada m<sup>3</sup> de biogás entrega 6,39 kWh, teniendo un **costo de generación de USD 0,021 por unidad de energía (kWh)**

	Caso base		Caso biogas	
Anual GLP	USD	81.095		
Anual Elect	USD	21.279	USD	21.279
Salarios	USD	37.904	USD	37.904
Ventas fertilizante			USD	-41.970
Gastos operación digestor			USD	35.000
	<b>USD</b>	<b>140.278</b>	<b>USD</b>	<b>52.213</b>

*Dif. USD 88.065*

El ahorro operativo logrado es de **USD 88.000** anuales.

Esto no contempla los costos financieros.

El paquete de USD 35.000 para operar el digestor incluye un extra de mano de obra que se detalla en el capítulo a continuación.

La distribución de costos operativos para generar tanto biogás como fertilizante se distribuye reflejando el beneficio económico que se obtiene por la utilización de cada uno, contrastándola con los costos anuales de operación y mantenimiento de los sistemas asociados para la generación.

Estos valores resultan entonces en la siguiente separación de carga de costos:

- Costo de generación de Biogás: 69%
- Costo de generación de Fertilizante: 31%

Quedando entonces:

<b>Datos anuales</b>	
Costo asociado para Biogas	USD 24.128
Costo asociado para Fertilizante	USD 10.872
	<b>USD 35.000</b>

Con este análisis de distribución de costos, separando la fracción para la generación del fertilizante, mejora aún más el costo de producción por cada m<sup>3</sup> de biogás.

Contemplando un potencial de generación de Biogás de 146.000 m<sup>3</sup>/año, se puede determinar la comparación de costo variable para cada unidad de energía producida a partir una u otra fuente energética.

<b>Costo energético por cada provisión</b>	<b>1 kWh</b>	
Costo por kWh GLP	USD 0,085	100%
Costo por kWh Biogas	USD 0,021	25%

**El ahorro en costo variable, es bajo esta perspectiva, del 75% comparando el Biogás con GLP.**

#### **10.2.5. Necesidad de recursos humanos extra para operación del digestor**

Ante la implementación del sistema de conversión de desechos en biogás, se presenta el requisito de una persona con capacidad técnica para la supervisión de los equipos.

Dicha capacitación será brindada por la firma Aqualimpia y se contemplará el costo anual de un operario más en la plantilla de personal de la granja, rondando los USD 15.000 anuales. Este costeo está contemplado en el proyecto económico que acompaña la implementación de la nueva tecnología en la granja.

De esta forma, el requerimiento de personal queda especificado:

- 1 trabajador semi calificado
- 1 trabajador calificado
- 1 capataz
- 1 técnico capacitado para operación y mantenimiento del digestor

#### **10.2.6. Costos variables de mantenimiento del digestor**

De acuerdo con la información brindada por los fabricantes de equipos para el volumen de biogás a procesar, se determina un costo de operación del digestor de USD 20.000 / anual.

Este recurso se destinará para los insumos y compra de repuestos a lo largo del año, entre los que figuran: filtros, aceites, servicios de mantenimiento programado, etc.

De esta forma, el sobre costo del personal requerido más los costos variables de operación y mantenimiento del digestor, alcanzan los USD 35.000 anuales.

### 10.2.7. Resultados de la inversión para una Granja Modelo

Se realiza entonces el análisis integral del negocio a 5 años, con todos los costos financieros que resultan clave para la evaluación final de la factibilidad económica.

La **TIR** para el proyecto de reingeniería sobre una granja modelo alcanza un valor de **21.07%**, con un **VAN = USD 115.179** (utilizando WACC = 9.49%) y el tiempo de recuero es de **4.18 años**. La TIR es notablemente mayor al WACC.

Tabla 5: Resultados granja modelo

Granja CON ingeniería							
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	
Ingresos	\$ -	\$ 220.670	\$ 227.665	\$ 227.665	\$ 227.665	\$ 227.665	
Egresos	\$ -	\$ 122.183	\$ 122.183	\$ 122.183	\$ 122.183	\$ 122.183	
<b>FLUJO DE CAJA OPERATIVO</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 98.487</b>	<b>\$ 105.482</b>	<b>\$ 105.482</b>	<b>\$ 105.482</b>	<b>\$ 105.482</b>	
Ingresos No Operativos	\$ 166.310	\$ 32.948	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Egresos No Operativos	\$ 313.792	\$ 27.806	\$ 32.461	\$ 33.906	\$ 35.351	\$ 36.797	
<b>FLUJO DE CAJA NO OPERATIVO</b>	<b>-\$ 147.482</b>	<b>\$ 5.142</b>	<b>-\$ 32.461</b>	<b>-\$ 33.906</b>	<b>-\$ 35.351</b>	<b>-\$ 36.797</b>	
<b>FLUJO DE CAJA SIN FINANCIACIÓN</b>	<b>\$ 147.482</b>	<b>\$ 103.629</b>	<b>\$ 73.021</b>	<b>\$ 71.576</b>	<b>\$ 70.130</b>	<b>\$ 68.685</b>	
Ingresos financieros	\$ 147.482	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Egresos Financieros	\$ -	\$ 44.995	\$ 41.583	\$ 38.170	\$ 34.758	\$ 31.345	
<b>FLUJO DE CAJA NETO CON FINANCIACIÓN</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 58.633</b>	<b>\$ 31.438</b>	<b>\$ 33.405</b>	<b>\$ 35.373</b>	<b>\$ 37.340</b>	
<b>Resultados después de impuestos</b>	<b>\$ 45.399</b>	<b>\$ 54.924</b>	<b>\$ 58.021</b>	<b>\$ 61.118</b>	<b>\$ 64.215</b>	<b>\$ 283.676</b>	<b>\$ 567.351</b>
<b>Accionista</b>							
Capital Cash Flow	-\$ 166.310	\$ 58.633	\$ 31.438	\$ 33.405	\$ 35.373	\$ 298.626	
<b>TIR Accionista</b>	<b>31,24%</b>						
<b>Proyecto</b>							
Flujo	-\$ 313.792	\$ 97.575	\$ 65.698	\$ 63.840	\$ 61.981	\$ 321.409	
<b>TIR del Proyecto</b>	<b>21,07%</b>	<b>VAN</b>	<b>\$ 115.179</b>	<b>WACC</b>	<b>9,49%</b>	<b>4,18 años</b>	

## 11. CONCLUSIONES

A continuación se separan las conclusiones tanto para la empresa prestadora de servicios, como para una granja modelo estudiada.

Por un lado la empresa RES S.R.L. cuyo negocio radica en la venta de servicios de ingeniería; y por otro lado la granja estudiada que logra una mejora en sus costos productivos a través de la inversión en un sistema de generación de biogás.

### 11.1. Viabilidad de la empresa prestadora de servicios RES S.R.L.

Con la finalidad de prestar los servicios de ingeniería necesarios para la reconversión de las granjas (potenciales clientes) se planificó la conformación de la firma RES S.R.L

Se analizó la situación económica proyectando un horizonte de 5 años, estimando un potencial de venta de 4 proyectos al año y su respectiva estructura de costos/resultados.

Se contempló la necesidad de financiamiento para la conformación de la misma, tomando como referencia la tasa más favorable disponible (BICE).

Con una inversión inicial de unos USD 280.000 (principalmente capital de trabajo) el retorno por la inversión obtenido alcanza un **TIR = 29.14%** y un **VAN = USD 153.780**.

Queda así evidenciado que no solo se logra una mejora técnica a nivel de gestión de desechos y optimización de insumos, sino que sobre todo se alcanza un beneficio económico que justifica la inversión.

Referencia: *Tabla 3: Resultados RES*

Como nota final, vale aclarar que el mercado de granjas con potencial de ser reconvertidas hacia modelos productivos más “verdes” es muy grande por la falta de desarrollo en el sector, y creciente por el avance del problema de costos bajo los métodos productivos atados a combustibles fósiles como el GLP.

## 11.2. Viabilidad del proyecto para una Granja Modelo estudiada

Limitando el análisis al productor quien aplica la reingeniería a su granja de engorde, tenemos las siguientes conclusiones.

A nivel técnico, la factibilidad de convertir desechos de cría en energía verde es real mediante tecnología disponible en el país.

Queda demostrado en el presente trabajo la posibilidad de conseguir energía útil para reemplazar los requisitos de GLP, lo cual representa más del 50% de los costos operativos de la granja tipo estudiada.

El problema con este tipo de proyectos en la actualidad radica en la dificultad de poder financiarlos debido a las altas tasas de interés vigentes en el país, para lo cual se detectó la existencia de líneas de crédito especiales para proyectos renovables (BICE con línea RenovAR) que permiten acceder a tasas en dólares que permiten planificar inversiones lógicas para el contexto dado.

Este escenario se sostiene económicamente, contemplando que el costo de la inversión necesaria con los costos financieros asociados, resulta en un **VAN cercano a los USD 115.180** para el horizonte de planeamiento de 5 años siempre que se pueda acceder al financiamiento detallado previamente. **TIR del proyecto = 21,07%**.

Referencia *Tabla 5: Resultados granja modelo*

El diferencial de rendimiento económico comparando la estructura de la granja sin la reingeniería y el diferencial a favor de la opción con reingeniería es de USD 245.000. Esta comparación contempla el resultado económico proyectado para el granjero en base a su estructura de costos y cash flow.

Esto demuestra la conveniencia de implementar la solución propuesta por RES para cualquier granja que se aproxime a las variables modeladas, ayudando así a mejorar la situación económica tan ajustada que vive el sector, mientras que se mejora la gestión de residuos del proceso productivo.

Es evidente que ante un escenario financiero tan volátil como el argentino, las tasas de interés es el obstáculo fundamental para el desarrollo de cualquier proyecto de inversión a largo plazo y deberán ser cuidadosamente estudiadas antes de avanzar con cualquier desarrollo.

## 12. TABLAS

Tabla 6: Estructura de costos RES SRL

Costos fijos	Año 1												Año 2		Año 3	Año 4	Año 5	Total	
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Sem 1	Sem 2					
Alquiler	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 650	USD 3.900	USD 3.900	USD 7.800	USD 7.800	USD 7.800	USD 39.000
Luz	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 115	USD 690	USD 690	USD 1.380	USD 1.380	USD 1.380	USD 6.900
Gas	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 75	USD 450	USD 450	USD 900	USD 900	USD 900	USD 4.500
Agua	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 40	USD 240	USD 240	USD 480	USD 480	USD 480	USD 2.400
Internet y telefono	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 90	USD 540	USD 540	USD 1.080	USD 1.080	USD 1.080	USD 5.400
Seguros	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 120	USD 720	USD 720	USD 1.440	USD 1.440	USD 1.440	USD 7.200
Mantenimiento	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 210	USD 1.260	USD 1.260	USD 2.520	USD 2.520	USD 2.520	USD 12.600
Gastos operativos	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 390	USD 2.340	USD 2.340	USD 4.680	USD 4.680	USD 4.680	USD 23.400
	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 1.690	USD 10.140	USD 10.140	USD 20.280	USD 20.280	USD 20.280	
Personal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Sem 1	Sem 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total	
Gerente	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 2.100	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 1.400	USD 2.100	USD 9.100	USD 9.100	USD 18.200	USD 18.200	USD 18.200	USD 91.000
Administración	USD 700	USD 700	USD 700	USD 700	USD 700	USD 1.050	USD 700	USD 700	USD 700	USD 700	USD 700	USD 700	USD 1.050	USD 4.550	USD 4.550	USD 9.100	USD 9.100	USD 9.100	USD 45.500
Ventas	USD 750	USD 750	USD 750	USD 750	USD 750	USD 1.125	USD 750	USD 750	USD 750	USD 750	USD 750	USD 750	USD 1.125	USD 4.875	USD 4.875	USD 9.750	USD 9.750	USD 9.750	USD 48.750
Técnico	USD 950	USD 950	USD 950	USD 950	USD 950	USD 1.425	USD 950	USD 950	USD 950	USD 950	USD 950	USD 950	USD 1.425	USD 6.175	USD 6.175	USD 12.350	USD 12.350	USD 12.350	USD 61.750
Dirección de obra	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.500	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.000	USD 1.500	USD 6.500	USD 6.500	USD 13.000	USD 13.000	USD 13.000	USD 65.000
	USD 4.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 5.700	USD 3.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 3.800	USD 5.700	USD 24.700	USD 24.700	USD 49.400	USD 49.400	USD 49.400	
Proyectos de ingeniería	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Sem 1	Sem 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total	
Costeo de proyectos	USD 9.000	USD 76.864	USD 164.586	USD 79.839	USD 165.311	USD 79.839	USD 165.311	USD 79.839	USD 156.311	USD 2.975	USD 725	USD -	USD 490.300	USD 490.300	USD 980.600	USD 980.600	USD 980.600	USD 4.903.002	
<b>Total sin impuestos</b>	<b>USD 14.490</b>	<b>USD 82.354</b>	<b>USD 170.076</b>	<b>USD 85.329</b>	<b>USD 170.801</b>	<b>USD 87.229</b>	<b>USD 170.801</b>	<b>USD 85.329</b>	<b>USD 161.801</b>	<b>USD 8.465</b>	<b>USD 6.215</b>	<b>USD 7.390</b>	<b>USD 525.140</b>	<b>USD 525.140</b>	<b>USD 1.050.280</b>	<b>USD 1.050.280</b>	<b>USD 1.050.280</b>	<b>USD 5.251.402</b>	
Impuestos (IVA 21%)	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 355	USD 2.129	USD 2.129	USD 4.259	USD 4.259	USD 4.259	USD 21.294	
Impuestos (IVA 10,5%)	USD 1.890	USD 16.141	USD 34.563	USD 16.766	USD 34.715	USD 16.766	USD 34.715	USD 16.766	USD 32.825	USD 625	USD 152	USD -	USD 102.963	USD 102.963	USD 205.926	USD 205.926	USD 205.926	USD 1.029.630	
Cargas Sociales y aportes	USD 2.208	USD 1.748	USD 1.748	USD 1.748	USD 1.748	USD 2.622	USD 1.748	USD 1.748	USD 1.748	USD 1.748	USD 1.748	USD 2.622	USD 11.362	USD 11.362	USD 22.724	USD 22.724	USD 22.724	USD 114.080	
<b>Total c/ Impuestos</b>	<b>USD 18.943</b>	<b>USD 100.598</b>	<b>USD 206.742</b>	<b>USD 104.198</b>	<b>USD 207.619</b>	<b>USD 106.972</b>	<b>USD 207.619</b>	<b>USD 104.198</b>	<b>USD 196.729</b>	<b>USD 11.193</b>	<b>USD 8.470</b>	<b>USD 10.367</b>	<b>USD 641.595</b>	<b>USD 641.595</b>	<b>USD 1.283.189</b>	<b>USD 1.283.189</b>	<b>USD 1.283.189</b>	<b>USD 6.416.406</b>	

Tabla 7: Solapamiento de costos por proyecto de Ingeniería

Ingeniería Modelo 1	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20
Estudios de Factibilidad técnica y Habilitaciones	USD 500	USD 500	USD 500																	
Movimiento de Suelos				USD 7.500																
Obra civil / Cañerías																				
Excavación					USD 13.177	USD 13.177														
Sanjeados / cañerías					USD 19.765															
Hormigonado						USD 15.373	USD 15.373	USD 15.373												
Colocación de membrana								USD 35.577												
Obra civil auxiliar								USD 9.883	USD 9.883											
Montaje de Equipos																				
Bombas											USD 10.527									
Filtros y acondicionamiento											USD 53.026									
Agitadores y equipos aux.												USD 17.517								
Red de incendio																				
Tanque elevado												USD 1.550								
Cañerías de incendio y sensores												USD 2.250								
Calibración y puesta en marcha													USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181
<b>Total</b>	USD 500	USD 500	USD 500	USD 7.500	USD 13.177	USD 32.942	USD 15.373	USD 15.373	USD 60.832	USD 9.883	USD 63.554	USD 21.317	USD 2.431	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181	USD 181
	Mes 1 USD 9.000				Mes 2 USD 76.864				Mes 3 USD 155.586				Mes 4 USD 2.975				Mes 5 USD 725			

Tabla 8: Solapamiento de costos de RES SRL por mes y por proyecto

Egresos	Año 1												Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Totales				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
Proyecto 1	USD 9.000	USD 76.864	USD 155.586	USD 2.975	USD 725															USD 245.150	
Proyecto 2			USD 9.000	USD 76.864	USD 155.586	USD 2.975	USD 725														USD 245.150
Proyecto 3					USD 9.000	USD 76.864	USD 155.586	USD 2.975	USD 725												USD 245.150
Proyecto 4							USD 9.000	USD 76.864	USD 155.586	USD 2.975	USD 725										USD 245.150
Proyecto 5															USD 245.150						USD 245.150
Proyecto 6															USD 245.150						USD 245.150
Proyecto 7															USD 245.150						USD 245.150
Proyecto 8															USD 245.150						USD 245.150
Proyecto 9																	USD 245.150				USD 245.150
Proyecto 10																	USD 245.150				USD 245.150
Proyecto 11																	USD 245.150				USD 245.150
Proyecto 12																	USD 245.150				USD 245.150
Proyecto 13																		USD 245.150			USD 245.150
Proyecto 14																		USD 245.150			USD 245.150
Proyecto 15																		USD 245.150			USD 245.150
Proyecto 16																		USD 245.150			USD 245.150
Proyecto 17																			USD 245.150		USD 245.150
Proyecto 18																				USD 245.150	USD 245.150
Proyecto 19																					USD 245.150
Proyecto 20																					USD 245.150
<b>Total de costos</b>	USD 9.000	USD 76.864	USD 164.586	USD 79.839	USD 165.311	USD 79.839	USD 165.311	USD 79.839	USD 156.311	USD 2.975	USD 725	USD -	USD 980.600	USD 4.903.002							
													USD 980.600								

Tabla 9: Solapamiento de ingresos de RES SRL por mes y por proyecto

Ingresos	Año 1												Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Totales	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Proyecto 1		USD 1.920	USD 9.600	USD 188.901	USD 111.515	USD 1.856												USD 313.792
Proyecto 2				USD 1.920	USD 9.600	USD 188.901	USD 111.515	USD 1.856										USD 313.792
Proyecto 3					USD 1.920	USD 9.600	USD 188.901	USD 111.515	USD 1.856									USD 313.792
Proyecto 4								USD 1.920	USD 9.600	USD 188.901	USD 111.515	USD 1.856						USD 313.792
Proyecto 5													USD 313.792					USD 313.792
Proyecto 6													USD 313.792					USD 313.792
Proyecto 7													USD 313.792					USD 313.792
Proyecto 8													USD 313.792					USD 313.792
Proyecto 9														USD 313.792				USD 313.792
Proyecto 10														USD 313.792				USD 313.792
Proyecto 11														USD 313.792				USD 313.792
Proyecto 12														USD 313.792				USD 313.792
Proyecto 13															USD 313.792			USD 313.792
Proyecto 14															USD 313.792			USD 313.792
Proyecto 15															USD 313.792			USD 313.792
Proyecto 16															USD 313.792			USD 313.792
Proyecto 17																USD 313.792		USD 313.792
Proyecto 18																	USD 313.792	USD 313.792
Proyecto 19																	USD 313.792	USD 313.792
Proyecto 20																	USD 313.792	USD 313.792
<b>Total de facturación</b>	USD -	USD 1.920	USD 9.600	USD 190.821	USD 121.115	USD 192.677	USD 121.115	USD 192.677	USD 121.115	USD 190.757	USD 111.515	USD 1.856	USD 1.255.168	USD 6.275.842				
													USD 1.255.168					

### 13. FUENTES

FAO & SECRETARÍA DE ENERGÍA – MINISTERIO DE HACIENDA - 2019  
Guía técnico-regulatoria para la habilitación de plantas de biogás y homologación de artefactos y equipos para su uso

SIIA – SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA

<http://www.siiia.gob.ar/>

REGISTRO NACIONAL DE MULTIPLICADORES E INCUBADORES AVÍCOLAS (RENAVI)

<http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/renavi/index.php>

INDEC

<http://www.indec.mecon.ar/>

SENASA

<http://www.senasa.gov.ar/>

CENTRO DE EMPRESAS PROCESADORAS AVÍCOLAS (CEPA)

<http://www.aviculturaargentina.com.ar/>

CÁTEDRA AVÍCOLA – INFORMACIÓN DEL SECTOR

<http://www.catedraavicola.com.ar/>

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AGROPECUARIO

<http://www.sigagropecuario.gov.ar/>

INFORMES DE CADENAS DE VALOR – Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas 2016

CAMA DE POLLO EN ENTRE RÍOS - Juan Martín Gange INTA 2016

MINISTERIO DE ECONOMÍA – Complejos Productivos: Complejo Avícola

CÁMARA ARGENTINA DE CRIADORES DE AVÍCOLA (CAPIA)

GUÍA DE MANEJO DEL POLLO DE ENGORDE – COBB VANTRESS

FAO – MANUAL DEL COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR

FAO – FAO STAT (ESTADÍSTICAS MUNDIALES)

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PLANTA DE BIOGÁS – D102 – ICAITI

INTI CONCEPCIÓN DEL URUGUAY- PROYECTO BIODIGESTOR DEMOSTRATIVO

INTI CASTELAR / INSTITUTO DE TECNOLOGÍA RURAL – MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

SECRETARÍA DE ENERGÍA

CAMMESA - COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO

AGEERA - ASOCIACIÓN DE GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

EBA - EUROPEAN BIOGAS ASSOCIATION

<http://european-biogas.eu/>

CENTRO DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS RENOVABLES – CETER

<http://www.cubasolar.cu/instituciones/ceter.html>

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE DESINFECCIÓN – SENASA – DR. DANIEL DE LA SOTA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS Y FERTILIZANTE NITROGENADO SOBRE PROPIEDADES EDÁFICAS Y PRODUCTIVIDAD EN CULTIVOS HORTÍCOLAS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS- UNR

ESTUDIO SOBRE EL VALOR FERTILIZANTE DE LOS PRODUCTOS DEL PROCESO “FERMENTACIÓN ANAERÓBICA” PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS - GERMAN PROFEC GMBH – ALEMANIA

BOLETÍN OFICIAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA – RESOLUCIÓN 05/2015 Y SUS ANEXOS

CURSO PROVINCIAL DE BIOGÁS PARA ENERGÍA - FAO – OPDS – IFES – LA PLATA SEPTIEMBRE DE 2015