

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

Proyecto de inversión para el reciclaje y la valorización de residuos en la industria agroganadera de la provincia de Corrientes

Autoría: Morano, Gabriel

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Morano, G. (2025) "*Proyecto de inversión para el reciclaje y la valorización de residuos en la industria agroganadera de la provincia de Corrientes*". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella.

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13901>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



**PROYECTO DE INVERSIÓN PARA EL RECICLAJE Y LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA
INDUSTRIA AGROGANADERA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES**

PLAN DE NEGOCIOS

Profesor: Andrés Borenstein

Tutor: Fabio Bergagna

EMBA 2023

Autor:

Gabriel Morano

Plan de Negocios elaborado para la obtención del título de la Maestría en Administración de Negocios (MBA)

de la Universidad Torcuato Di Tella

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Mes de diciembre de 2024

PALABRAS CLAVE

Afrecho: subproducto de la industria arrocera que se obtiene en el proceso de pulido del arroz para consumo humano. Es un alimento nutritivo que aporta fibra, grasa, vitaminas y minerales. Se utiliza como forraje para alimentar al ganado bovino, pero también puede ser una alternativa para incluir en la dieta de ovinos.

Biodigestión: es un proceso biológico que transforma la materia orgánica en biogás y un efluente líquido. Se produce en un ambiente anaeróbico, es decir, sin oxígeno, y gracias a la acción de microorganismos como bacterias y hongos.

Biogás: es un combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico).

Cáscara de arroz: es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Esta se encuentra en la parte exterior del grano de arroz maduro.

CH₄: gas metano.

CO₂: dióxido de carbono.

Digerido: es el material orgánico sólido y líquido, estabilizado, con un alto contenido de humedad y compuestos como el nitrógeno, fósforo y potasio que queda después de que los microorganismos descomponen los residuos orgánicos en un sistema cerrado sin oxígeno como subproducto de la biodigestión anaerobia de residuos orgánicos.

Feedlot: es un sistema intensivo de producción de carne donde el ganado es confinado en corrales y alimentado con dietas balanceadas a base de maíz, soja y otros suplementos para lograr un engorde rápido. En términos sencillos, el sistema feedlot encierra el ganado en corrales para proporcionarles una dieta de alta concentración energética y alta digestibilidad, para que engorden intensivamente durante un corto período de tiempo.

GLP: abreviatura de gas licuado de petróleo, un combustible que se obtiene al refinar el petróleo o separar el gas natural y se obtiene una mezcla de gases de propano y butano.

MMBtu: es la Unidad Térmica Británica equivalente a la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una libra (1 lb) de agua pura desde cincuenta y ocho grados Fahrenheit y cinco

décimos (58,5 °F) hasta cincuenta y nueve grados Fahrenheit y cinco décimos (59,5 °F), a una presión absoluta de catorce libras con setenta y tres centésimos por pulgada cuadrada (14,73 psia).

MMm3/d: millones de metros cúbicos diarios.

MW: es el símbolo de megavatio, una unidad de potencia que equivale a un millón de vatios.

MWh: son las siglas de megavatio-hora, una unidad de medida que se utiliza para cuantificar la cantidad de electricidad que se genera o consume en un período de una hora.

NEA: es la sigla correspondiente a la zona del noreste argentino.

Overhead: son consideradas las personas que no son parte directa de la producción, sin ellos el proceso productivo puede seguir avanzando, no son considerados como parte del equipamiento. Es un costo indirecto de fabricación porque su trabajo no está directamente relacionado con la producción de un producto específico, sino con la supervisión y gestión general de las operaciones de la planta.

Rastrojo: es el conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo.

SRP: La Sustainable Rice Platform es una alianza global que busca hacer más sostenible la producción de arroz desde el punto de vista económico, social y ambiental.

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores climatológicos medios entre 1991-2000 para la zona norte de la provincia de Corrientes.

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Diagrama de procesos pre-proyecto de inversión.

Imagen 2: Diagrama de procesos post proyecto de inversión.

Imagen 3: Mixer vertiendo alimento en comederos de corrales.

Imagen 4: Proceso de biodigestión propuesto por la empresa proveedora.

Imagen 5: Vista lateral planta de secado y tanques de almacenamiento de GLP.

Imagen 6: Vista frontal planta de secado – quemadores, secadoras y silos de almacenamiento.

Imagen 7: Estructura pre-proyecto de inversión.

Imagen 8: Estructura post-proyecto de inversión.

Imagen 9: Cronograma de obra hasta la puesta en marcha.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Demandas y capacidades del proceso integrado.

Tabla 2: Composición de una dieta para engorde a corral a base de afrecho y paja de arroz.

Tabla 3: Composición del CAPEX.

Tabla 4: Costo de la dieta de recría en sistema de engorde a corral, por ternero.

Tabla 5: Cálculo de la oportunidad de ingresos anuales por arrendamiento.

Tabla 6: Ahorro energético anual.

Tabla 7: Cálculo del ingreso adicional por exportación de arroz blanco con certificación SRP.

Tabla 8: Cálculo del ahorro en fertilizantes por aprovechamiento del digerido.

Tabla 9: Costos de operación incrementales del feedlot respecto al sistema pastoril.

Tabla 10: Costos incrementales del feedlot.

Tabla 11: Reserva de energía para mantenimiento de planta.

Tabla 12: Costos de overhead.

Tabla 13: Working Capital para el año cero.

Tabla 14: Estructura de deuda y capital de empresas productoras de energías renovables y biogás.

Tabla 15: Promedio de los comparables de la industria.

Tabla 16: Cálculo del spread de default.

Tabla 17: Cálculo del WACC.

Tabla 18: Evaluación del Proyecto. Cálculo de VAN y TIR.

Tabla 19: Cálculo de los indicadores financieros en la unidad feedlot.

Tabla 20: Cálculo de los indicadores financieros en la unidad planta de biogás.

Tabla 21: Análisis de sensibilidad del VAN del proyecto para valores pesimistas y optimistas de una variable a la vez.

Tabla 22: Cálculo del ahorro de emisiones de CO2 y su valoración para el proyecto.

Tabla 23: Sensibilidad del VAN frente a diferentes valores de los bonos de carbono y en diferentes periodos de cobro.

BIBLIOGRAFÍA

- Portal Secretaría de Energía de Argentina.
- Portal ENARGAS.
- <https://portalenergetico.org/es/oil-gas-map/>
- Informe sectorial septiembre 2024 – UDEA y ADEERA.
- Portal CAMMESA.
- www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe-sisa-arroz-2023-2024.pdf
- Portal Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina.
- https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/_archivos//00001=Series%20de%20stock%20bovino%20y%20mapas/000000_Mapas/000000_Ganado%20bovino.pdf
- Portal Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).
- Portal Bolsa de Comercio de Rosario.
- Curso Red ReBiBiR (T) 2021- UNIDAD 4 25 03 2021 – Universidade Federal de Itajubá – Conversión energética de la biomasa – Unidad 4: Conversión bioquímica de la biomasa, biodigestión y biodiesel, fermentación, biorrefinerías.
- Manual de biogás MINENERGIA, Santiago de Chile 2011.
- Curso: Conversión energética de la biomasa. Unidad 4: Conversión bioquímica de la biomasa, biodigestión y biodiesel, fermentación, biorrefinería. Red ReBiBir.
- Feedlot - Alimentación, diseño y montaje. Aníbal J. Pordomingo. EEA “Guillermo Covas” INTA Anguil Facultad de Ciencias Veterinarias UNLPam 2013.
- Portal Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

SUMARIO EJECUTIVO

En Argentina las industrias de la energía y la agrícola ganadera son de las que mayor generación de riqueza y creación de valor aportan a la economía. Dentro de dichos sectores existen proyectos en desarrollo productivo que pueden ser integrados mediante inversiones de capital para permitirles crear mayor riqueza aún. La sostenibilidad, traccionada por las nuevas generaciones que van accediendo al sistema económico, es un valor que la demanda prioriza cada vez más a la hora de adquirir bienes y servicios. Dicha realidad moviliza las estrategias de las compañías hacia nuevos mercados por descubrir y desarrollar, sobre los cuales las empresas deberán aplicar todo su ingenio y creatividad para intentar capturar nuevas demandas a mejores precios y lograr aumentar su rentabilidad.

Nuestra compañía, Yvoty Ganadera S.A. es una empresa agroganadera ubicada en la localidad de Berón de Astrada en la provincia de Corrientes. Posee una mirada estratégica de largo plazo e interés por invertir en proyectos que le permitan asumir riesgos a cambio de captar riqueza adicional. En la actualidad contamos con dos unidades de negocios: la producción agrícola de arroz y la cría y recría de ganado vacuno.

Dentro de la producción de arroz nos desempeñamos en el proceso primario, la siembra y la cosecha, y nos encontramos en expansión hacia el proceso industrial, la molienda, mediante el uso de un molino que se encuentra en construcción y entrará en operación en el primer trimestre del 2025. A su vez, contamos con una planta de secado a base de Gas Licuado de Petróleo (GLP) para poder disminuir la humedad del arroz, llevando la cosecha a niveles aptos para el acopio en silos y su venta a molinos arroceros locales. En la provincia de Corrientes, como en gran parte de la zona del NEA argentino, no es una alternativa tangible acceder a la red de gas natural y resultará complejo que las condiciones se den en el futuro. Esto implica que cualquier proceso industrial que requiera la utilización de este combustible no cuente con la disponibilidad de este. Del proceso productivo primario del arroz se generan como residuos la paja de arroz o el rastrojo, provenientes de la cosecha, que actualmente se queman en los campos, y del proceso industriales generan como residuos la cáscara de arroz y el afrecho, ambos residuos pueden ser aprovechados como parte de la dieta de alimentación de ganado.

Por su parte, la cría de ganado consiste en la utilización de vientres para la reproducción del animal y la recría consiste en una etapa de engorde del ternero luego del destete hasta la invernada (etapa final del engorde del animal hasta la faena). El proceso de recría se realiza mediante un sistema pastoril, a campo abierto, ocupando una gran cantidad de hectáreas, y con complemento de alimento balanceado. De la industria vacuna se generan varios residuos que tienen potencial para un proceso de bio-metanización.

Consideramos que el actual sistema productivo, en el cual la producción de recría ganadera se encuentra dissociada de la producción agrícola arroceros, va perdiendo fuerza competitiva. En este sentido, como consecuencia de nuestra mirada sostenible, proponemos un proyecto de inversión para el reciclaje y la valorización de los residuos in situ generados por el actual sistema, que tendrá un impacto no solo en lo económico sino también en lo ambiental y lo social.

En este contexto, el plan de negocio consiste en la instalación de una planta de biogás para tratar las excreciones de los animales y generar, en consecuencia, energía térmica y eléctrica, así como un bio fertilizante. Como complemento, y en paralelo, la construcción de un feedlot resulta necesario para

poder obtener la materia prima del biodigestor. Así, la producción ganadera migrará del actual sistema pastoril hacia el engorde a corral, sumando el afrecho y la paja de arroz generados en el proceso productivo agrícola como componentes principales para la dieta de los animales. El engorde a corral nos permitirá una recolección óptima y eficiente de la materia prima para la generación del biogás. Por otro lado, se liberarán hectáreas ocupadas para la cría a campo abierto, se engordará a los animales con una dieta más económica que la actual y se utilizará el subproducto producido en la planta de biogás (digerido) en reemplazo de una parte de los fertilizantes para los cultivos del arroz.

Se espera que el proyecto cree valor a partir de la obtención de la certificación SRP (Sustainable Rice Platform), que consiste en el cumplimiento de un conjunto de estándares ambientales, sociales y económicos a partir de nuevas prácticas agrícolas sostenibles, reducción de la huella de carbono, y condiciones de trabajo justas y equitativas y el desarrollo comunitario. Dicha certificación nos habilitará exportar nuestra producción industrial arrocería a un precio más alto, alrededor de un 8%, que el obtenido en el mercado local, más de su valor de venta nominal, a un mercado segmentado que prioriza este tipo de prácticas. A su vez, estaremos en condiciones de optimizar nuestros costos energéticos, generando un ahorro económico, al reemplazar los actuales consumos térmicos y eléctricos en nuestras unidades productivas de secado y de molienda, respectivamente, con el biogás producido.

De esta manera, el reciclaje y la valorización de nuestros residuos nos dará la posibilidad de integrar circularmente todas nuestras operaciones unitarias desde la producción agrícola hasta la venta final de nuestra producción. En relación con los resultados esperados en términos financieros se estima una inversión de USD 4.250.000, un VAN de USD 493.569 y una TIR de 20,96% en un período de 10 años.

TABLA DE CONTENIDOS

Contenido

1. OFERTA, PROPUESTA DE VALOR Y POSICIÓN COMPETITIVA	13
1.1. Modelo de negocio.....	13
1.2. Propuesta de valor diferencial.....	14
1.3. Posicionamiento pre y post proyecto.....	15
2. PLAN DE OPERACIONES.....	17
2.1. Descripción de los procesos pre y post proyecto de inversión.	17
2.2. Generación de residuos y energía. Demandas y capacidades.....	19
2.3. Operación del feedlot.....	21
2.4. Operación de la planta de biogás.....	24
2.5. Operación de la planta de secado.....	26
2.6. Operación de la planta de molienda.....	28
3. PLAN ORGANIZACIONAL.....	30
3.1. Organigrama de la empresa pre y post proyecto de inversión.....	30
3.2. Estructura.....	31
3.3. Puestos clave.....	31
3.4. Cronograma de obra hasta la puesta en marcha.....	32
4. ANÁLISIS Y PLAN FINANCIERO	33
4.1 Principales variables y dimensionamiento económico para la evaluación financiera.....	33
4.1.1. CAPEX.....	33
4.1.2. Flujos de ingresos positivos.....	33
4.1.3. OPEX.....	36
4.1.4. Working Capital.....	37
4.2 Estimación de la tasa de descuento.....	38
4.3 Evaluación del proyecto.....	40
4.4 Análisis de sensibilidad.....	43

4.5. Bonos de carbono: Potencial ingreso adicional.....	44
5. CONCLUSIONES.....	46
6. Anexo I.....	48

1. OFERTA, PROPUESTA DE VALOR Y POSICIÓN COMPETITIVA

1.1. Modelo de negocio.

El modelo de negocio consiste en optimizar los recursos disponibles de la operación agroganadera y reciclar los residuos que se generan en la producción bovina y arrocerá. El mismo se divide de la siguiente manera:

- La construcción de un feedlot con piso de hormigón para concentrar al ganado vacuno y permitir la recolección de sus excreciones que serán la fuente de alimentación para la instalación de un biodigestor.¹
- A partir de la inversión en el biodigestor se obtendrá biogás como producto principal y el digerido como producto secundario.²
- El biogás se utilizará, en primera instancia, como fluido térmico para el proceso de secado del arroz durante 3 meses del año, siendo una de las dos etapas en serie en el proceso industrial de la producción arrocerá. La capacidad de producción de biogás será de 472.500 m³/año lo que permitirá reemplazar en su totalidad los 252.000 kg de GLP utilizados actualmente.
- En una segunda instancia, el biogás será utilizado para la generación eléctrica que requiere el proceso de molienda del arroz, durante los restantes 9 meses del año, etapa siguiente al proceso de secado. La capacidad de producción anual eléctrica es de 2.800 MWh lo que nos permitirá abastecer la demanda eléctrica total para la molienda de 2.600 MWh.
- El digerido obtenido del proceso de digestión anaerobia será aprovechado en hasta un 10% como sustituto fertilizante para los cultivos de arroz.
- Por último, recuperamos el afrecho que se desprende de la molienda del arroz que permite obtener el arroz blanco en calidad de exportación. El afrecho será aprovechado en hasta un 21% para incorporar a la dieta de los animales que se encuentran en la etapa de recría en el feedlot. A su vez, la paja de arroz que se recupera del proceso primario agrícola será también aprovechado en hasta un 28% para incorporar a la dieta de los animales.³
- La liberación de las 2.600 hectáreas las valorizamos como un potencial ingreso por alquiler a terceros para producción agroganadera.

La utilización de los residuos como alimento bovino permitirá convertir el actual proceso de recría, mediante sistema pastoril y alimento balanceado, a un proceso de recría de engorde a corral, generando una dieta más económica que la actual y una liberación de tierras para la compañía. La planta de molienda no se considera como inversión dentro del actual plan de negocios debido a que la empresa ya la tiene en consideración dentro de su cartera de inversiones, independientemente del presente plan de negocios.

De esta manera, estaremos aprovechando los siguientes residuos que se serán reciclados para incorporarlos al nuevo esquema operativo:

¹ En función del capítulo 2.9 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTD, 2024).

² En función del capítulo 3.2 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTD, 2024).

³ En función del capítulo 2.4 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTD, 2024).

- Excreciones animales: materia prima del biodigestor.
- Digerido: complemento sustituto parcial para la fertilización de los cultivos de arroz.
- Afrecho de la planta de molienda, rastrojo y paja de la cosecha de arroz: complemento sustituto parcial para la alimentación de los animales en el feedlot y que son la principal fuente para el funcionamiento del biodigestor.

1.2. Propuesta de valor diferencial.

Es común en la provincia de Corrientes que el proceso de recría se realice mediante sistema pastoril. Esto es debido a las características del suelo, los cuales son buenos para el crecimiento de pastura, pero no lo son para la siembra de maíz. Es por ello por lo que el maíz (principal alimento del engorde a corral) tiene un alto costo en la región, debido a su bajo rinde si se lo cultiva o al costo del flet e si es comprado a un productor de otra región. Utilizando el afrecho generado de la molienda es posible, mediante una dieta balanceada, reemplazar gran parte del maíz en un proceso de engorde a corral. En lugar de henos de alfalfa es posible utilizar rollos de paja de arroz, que actualmente es quemada luego del trillado. Esto permite competir contra el sistema pastoril, liberar tierras que pueden ser arrendadas o utilizadas para la siembra de arroz, y reducir la contaminación.⁴

Por su parte, es imposible generar una recolección de las heces generadas en el sistema pastoril debido a que los animales se encuentran a campo abierto. El engorde a corral o feedlot permite la recolección controlada de las heces y su aprovechamiento como materia prima para la generación de energía. Las heces recolectadas se depositan en el biodigestor de la planta en donde se produce una descomposición anaeróbica generando biogás. De esta manera, las excreciones animales son aprovechadas, eliminando la disposición final de estos residuos.⁵

El proyecto no solo busca reducir los costos relacionados al uso de la energía en el proceso de producción de arroz, y aumentar la disponibilidad de tierras para el cultivo, sino que además busca disminuir la contaminación ambiental que el proceso genera por la quema de la paja de arroz y el funcionamiento de la planta de secado. Asimismo, la empresa se expandirá al mercado de exportación de arroz sostenible que se encuentra en crecimiento y que permite vender la tonelada de arroz a un precio mayor al estándar. Para acceder a estos mercados la empresa adquirirá la certificación SRP (Sustainable Rice Platform), cumpliendo con un conjunto de estándares ambientales, sociales y económicas, comprometiéndose con prácticas agrícolas sostenibles, reducción de la huella de carbono, condiciones de trabajo justas y equitativas y el desarrollo comunitario. Los productores certificados suelen obtener entre un 8% y un 20% más por tonelada en mercados donde se prioriza la sostenibilidad. Para nuestro plan de negocios seremos más conservadores y consideraremos un 8% adicional como plus en el precio de venta para el mercado de exportación. De esta manera, la tonelada de arroz podrá venderse del actual valor de USD/ton 500 a un valor de USD/ton 540. Los principales destinos de exportación de la producción de arroz argentina son los mercados de Chile con un 45%, luego España con un 25%, siguiendo Turquía con un 15%, Brasil con un 10% y Estados Unidos con un 5% de lo facturado por exportaciones.

El mercado de bonos de carbono es un mecanismo diseñado para combatir el cambio climático, permitiendo a las empresas, gobiernos y otras entidades comprar y vender derechos de emisión de

⁴ En función del capítulo 2.5 y 2.6 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTDT, 2024).

⁵ En función del capítulo 2.9 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTDT, 2024).

dióxido de carbono (CO₂) u otros gases de efecto invernadero (GEI). Funciona como un mercado financiero, pero en lugar de acciones o productos, se negocian créditos de carbono, los cuales representan una tonelada de CO₂ o su equivalente en otros GEI que se ha evitado emitir o se ha eliminado de la atmósfera. Existen mercados de carbono voluntarios y regulados. Los voluntarios son impulsados por empresas que quieren compensar sus emisiones de manera voluntaria, en donde los participantes compran créditos de carbono de proyectos que reducen las emisiones. Los regulados son obligatorios y están amparados por leyes y/o acuerdos internacionales. En este caso, las empresas tienen un límite máximo de emisiones permitido y si emiten menos podrán vender sus permisos sobrantes; caso contrario, si emiten más, deberán comprar créditos adicionales. El funcionamiento se fundamenta en que un proyecto que reduce emisiones recibe bonos de carbono tras la certificación correspondiente de sus beneficios. Luego esos bonos se comercializan en el mercado a quienes busquen cumplir con sus objetivos ambientales. Una vez que un bono se utiliza para compensar emisiones, se retira del mercado para evitar su doble uso. Este mercado motiva a las empresas a invertir en tecnologías cada vez más limpias. Igualmente, los precios pueden no reflejar el verdadero costo de mitigación del carbono correspondiente. El precio de los bonos de carbono varía ampliamente dependiendo del tipo de mercado, la calidad del bono, la ubicación del proyecto y la oferta y la demanda presente. Generalmente el precio varía en un amplio rango que va desde los USD 3 a los USD 50 por tonelada de CO₂ evitada. En el actual plan de negocios no consideramos el aporte del mercado de bonos como una variable de ingreso estable, sino que lo estaremos considerando en el análisis de sensibilidad con un valor medio de USD 10/ton CO₂. A su vez, consideraremos una emisión de 3 kg de CO₂ por cada kg de GLP reemplazado por biogás en el proceso de secado, y un factor de emisión de 450 kg de CO₂ por cada MWh medio generado dentro de la matriz de generación eléctrica en Argentina⁶. El valor promedio de las emisiones de CO₂/MWh generado varía según la combinación de fuentes de energía en el país. Este valor está influenciado por la participación de fuentes renovables, nucleares y térmicas. Comparado con otros países, Argentina tiene un nivel intermedio de intensidad de emisiones debido a su dependencia del gas natural, que es menos intensivo en carbono que el carbón, pero más que las fuentes renovables y nucleares.

1.3. Posicionamiento pre y post proyecto.

La estructura corporativa actual se encuentra marcadamente dividida, sin integración entre sus procesos productivos, en donde la producción ganadera se administra independientemente de la producción agrícola, y a su vez, de manera independiente de los procesos de secado y de molienda. Es decir, las líneas de negocio no presentan integración alguna entre sí y ello genera algunos inconvenientes organizacionales para la optimización de costos. Por otro lado, la generación actual de los residuos no posee una captura de valor adicional y, en el mejor de los casos, genera perjuicios medioambientales asociados a la contaminación. Además, la compañía está dejando dinero sobre la mesa por no acceder a mejores precios de venta de arroz, los cuales serán factibles con la implementación del presente plan de negocios.

La incorporación de las nuevas unidades productivas del feedlot y de la planta de biogás, como consecuencia del proyecto de inversión, agrega y crea valor por la apertura hacia nuevos mercados exportación de nuestra producción arroceras, al lograr un diferencial adicional en el precio que se

⁶ https://datos.gob.ar/el/dataset/energia-calculo-factor-emision-co2-red-argentina-energia-electrica?utm_source=chatgpt.com

obtiene por el arroz blanco refinado.⁷ Este punto es consecuencia directa de haber abordado la producción agrícola ganadera con una mirada integradora de las operaciones unitarias, y de haber incorporado el concepto de sostenibilidad, reciclaje y aprovechamiento de los residuos generados. De esta manera, la empresa minimiza su impacto por la contaminación generada, optimiza los costos, obtiene la certificación de la Sustainable Rice Platform (SRP) para acceder a nuevos mercados de exportación, libera hectáreas a través del feedlot, aprovecha el digerido como fertilizante, elimina el uso de GLP por sustitución con biogás, y genera energía eléctrica para su autoabastecimiento.

⁷ En función del capítulo 4 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTDT, 2024).

2. PLAN DE OPERACIONES

2.1. Descripción de los procesos pre y post proyecto de inversión.

La compañía tiene dos unidades de negocio: la producción de arroz, desde su proceso primario hasta el secado y la molienda, y la cría y recría de ganado bovino.

Para la producción de arroz se destinan unas 5.200 hectáreas. Cuando se levanta la cosecha, el arroz tiene un contenido de humedad de 27% de su peso, que luego pasa por un proceso de secado para llevarlo a un 13%. A partir de este valor, el grano (arroz cáscara) puede ser acopiado en silos para la venta directa y/o ir directo al proceso de molienda. En las últimas temporadas la compañía ha cosechado y secado un promedio de 36.000 toneladas anuales. Un 50% de la producción de arroz se destina a mercados internacionales y el restante se comercializa en el mercado local. Están llevando a cabo la construcción de un molino propio que estará en operación durante el primer trimestre del 2025. De esta manera, se estará sumando una operación unitaria adicional que les permitirá acceder a nuevos mercados para ubicar nueva producción de arroz molido e independizarse del proceso de molienda que actualmente les provee otras compañías. El proceso del cultivo de arroz comienza en los meses de octubre/noviembre hasta que se desarrolla y se cosecha en los meses de febrero/marzo. Una vez obtenido el producto se traslada el arroz cáscara a la planta de secado para reducir el contenido de humedad de los granos después de la cosecha, evitando así el deterioro por moho y hongos, y garantizando la calidad y durabilidad del arroz durante el almacenamiento. Esta operación comienza en los meses de marzo/abril y tiene una duración de unos 3-4 meses, finalizando en los meses de junio/julio. Para el secado la planta cuenta con quemadores aptos para el consumo de GLP, el cual se almacena en “chanchas” y permite generar la energía térmica necesaria para el secado del grano de arroz.

El molino tendrá una capacidad de procesar unas 7 toneladas de arroz por hora. De cada tonelada de arroz cáscara que se procesa, se generan 180 kilogramos de cascarilla y 80 kilogramos de afrecho (18% y 8% del peso molido, respectivamente). Moliendo las 36.000 toneladas de arroz se generan, aproximadamente, 2.880 toneladas de afrecho, que luego de un proceso de extrusión y extracción del aceite, se lo dispone en un sector de acopio para luego ser recolectado y transportado hacia el feedlot como base para la nueva dieta del ganado vacuno. El proceso de molienda estará procesando 8 meses al año.

Para la cría de ganado la empresa cuenta con 13.000 vientres. Los terneros, luego del destete, pasan a un proceso de recría en donde se los engorda hasta los 220 kg mediante un sistema pastoril en complemento con alimento balanceado. La preñez se produce en dos épocas del año y la gestación es aproximadamente de 280 días. El destete del ternero se produce a los 150 días, aunque la madre puede quedar preñada nuevamente dentro de este período. El proceso actual de recría dura aproximadamente 100-110 días, en donde se lleva al ternero de 120 kg hasta los 220 kg. Luego, el ternero se vende a un feedlot en donde se lo engorda hasta su peso de faena. El feedlot propuesto en este proyecto consiste en reemplazar el proceso de recría actual mediante el sistema pastoril por un sistema de engorde a corral, utilizando como fuente principal de alimento a los residuos del proceso productivo del arroz.

A su vez, al incorporar en la inversión el feedlot la compañía podrá centralizar la producción y recolección de las heces y excrementos del ganado, los cuales serán la materia prima necesaria para la planta de biogás. Este sistema genera un flujo continuo de terneros en recría de 6.500 constantes

al año. Actualmente se destina 1 hectárea cada 2,5 terneros para la recría, ocupando en total unas 2.600 hectáreas por año. Con la incorporación del feedlot dichas hectáreas quedarán libres para una nueva unidad de negocio, siendo la más conservadora para este proyecto la del alquiler de dichas tierras. Valorizamos el alquiler de las hectáreas liberadas en USD 200 anuales por cada hectárea, lo que se traduce en USD 520.000 por año.

Actualmente, las dos unidades productivas (agrícola y ganadera) ocurren en paralelo, como unidades de negocio separadas y sin vinculación entre sí.

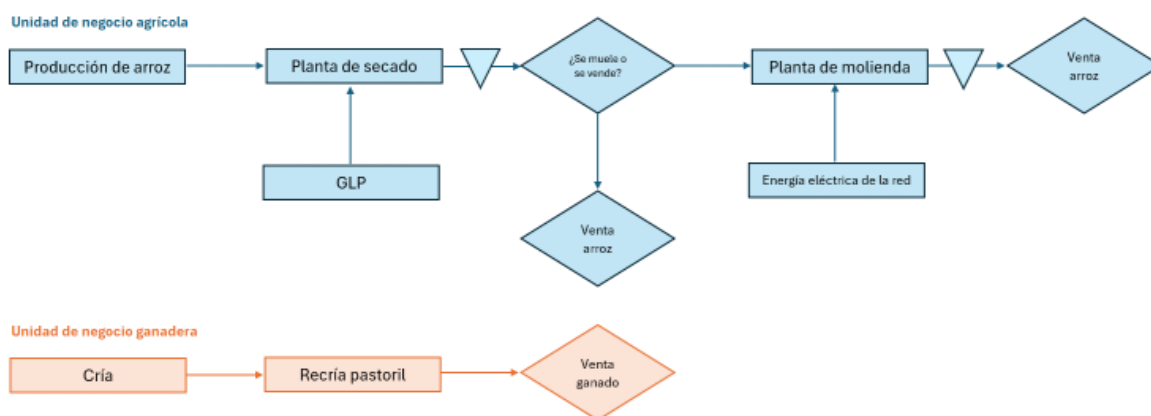


Imagen 1: Diagrama de procesos pre-proyecto de inversión.⁸

Luego del proyecto de inversión, que abarca la instalación del feedlot y de la planta de biogás, ambas unidades de negocio quedarán estrechamente vinculadas como consecuencia de la valorización de los residuos generados en la producción ganadera. De esta manera, las unidades de negocio quedan vinculadas entre sí generando valor desde el punto de vista económico y ambiental, cerrándose el circuito productivo para aprovechar los residuos generados en la cadena completa. Así, pasamos de dos esquemas lineales e independientes entre sí, a un solo esquema circular en el cual se asocian las unidades de negocio originales mediante una unidad productiva adicional, la planta de biogás.

⁸ Elaboración propia en base a información relevante.

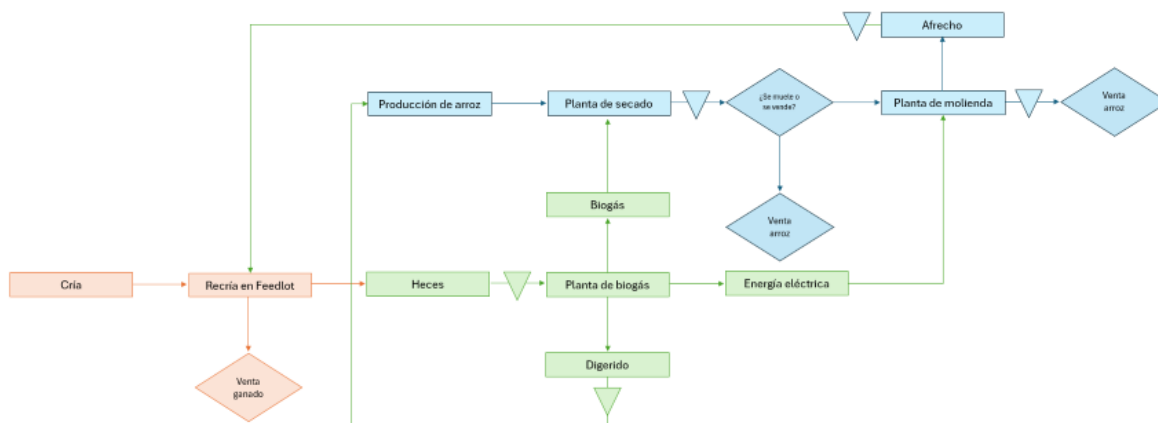


Imagen 2: Diagrama de procesos post proyecto de inversión.⁹

La ubicación del feedlot será cercano al molino para optimizar el transporte del afrecho. El feedlot contará con corrales con un piso de hormigón para facilitar la recolección de las heces. El piso contará con pendiente para drenar los efluentes hacia una zanja de recolección para su posterior tratado e ingreso a la planta de biogás. El corral estará techado con cubierta metálica para protección de los animales de los rayos del sol y para evitar el lavado de las excretas con la lluvia. Las heces serán recogidas diariamente mediante la utilización de palas cargadoras y serán transportadas hacia un concentrador, previo al ingreso al digestor de la planta. En el feedlot estará acopiado el afrecho y el resto de los materiales que componen el alimento de la dieta, como maíz, paja de arroz, entre otros. Los mismos serán cargados al mixer, en donde se producirá la mezcla con las raciones correspondientes según la dieta para luego ser vertida en los comederos de los corrales. El feedlot contará con el resto de las partes necesarias para sus buenas prácticas como bebederos, tanque de agua, instalaciones para carga y descarga de animales, balanzas y corrales para enfermería.

2.2. Generación de residuos y energía. Demandas y capacidades.

Los consumos energéticos más importantes se dan durante el secado (térmico) y la molinenda (eléctrico).

El proceso de secado dura en promedio 105 días al año y se requieren 252 toneladas anuales de GLP para secar el total del arroz cosechado. La planta de secado funciona a base de GLP debido a falta del servicio de gas natural en la zona. Un kg de GLP equivale a 1,83 m³ de biogás. Por lo cual, el equivalente al consumo de GLP será de 462.000 m³/año de biogás. El consumo de GLP es de 7 kg por cada tonelada de arroz seca.

Se estima que el molino en construcción tendrá un consumo de 72 kWh por cada tonelada de arroz cáscara procesado y tendrá una capacidad de molinenda de 6,5 toneladas/hora, pudiendo procesar el total de la cosecha en 231 días, con un consumo total de 2.600 MWh, aproximadamente, si se trabaja 24 horas/día.

⁹ Elaboración propia en base a la información relevante.

Actualmente, la energía eléctrica tiene un costo de 75 USD/MWh promedio año, abastecida por la distribuidora provincial DPEC, y el GLP de 400 USD/ton, generando un gasto anual de energía de USD/año 295.200, aproximadamente.

En cuanto a la generación de residuos, existen con los siguientes recursos:¹⁰

- las heces y excrementos provenientes del ganado vacuno en el feedlot y que será la materia prima principal para alimentar el biodigestor en la planta de biogás;
- el digerido proveniente de la planta de biogás que se utilizará como fertilizante para la producción agrícola en los campos de arroz;
- el afrecho generado en el proceso de molienda y que se aprovechará en la preparación de la dieta para la alimentación del ganado vacuno en el feedlot.
- el rastrojo de cosecha o la paja de arroz, que es el residuo de la planta luego de la cosecha del grano, que se recogen en forma de rollos y se utiliza como alimento en reemplazo del heno de alfalfa. Para garantizar la sostenibilidad agrícola de los suelos productivos se recomienda no recolectar más del 25% del rastrojo generado.

Por último, la planta de biogás genera como producto principal el gas renovable, el cual se dirige de manera directa para el proceso de secado. El biogás generado es de 4.500 m³/d, con lo cual se cubre el 100% del consumo actual de GLP equivalente. En cuanto al proceso de molienda, que ocurre inmediatamente posterior al proceso de secado, para los meses restantes, el biogás se utilizará para la generación eléctrica necesaria para este proceso. Con la producción de biogás disponible completamente para la generación eléctrica, se estima una producción de electricidad de 2.800 MWh, lo cual también permitirá cubrir el 100% del consumo eléctrico estimado en 2.600 MWh, con una utilización de la capacidad de generación eléctrica del 92%. Adicionalmente se contará con conexión de backup a la red de distribución local en caso de necesitar reforzar y/o reemplazar la generación eléctrica *in situ*.

Por otro parte, la producción del digerido se utilizará hasta un 10% como remplazo de los fertilizantes utilizados para la producción agrícola de arroz, el cual se almacenará en tanques hasta su aplicación durante la siguiente temporada.

Descripción	Valor	Unidad
capacidad de molienda	6,5	ton/h
cosecha anual	36.000	ton/año
consumo eléctrico/ton arroz molido	72	kWh/ton
cantidad días de secado por campaña	105	d
cantidad días de molienda por campaña	231	d
demanda de energía eléctrica para molienda anual	2.592	MWh/año
capacidad de generación eléctrica anual	2.808	MWh/año
utilización de la capacidad eléctrica	92%	
consumo de GLP/ton arroz anual	7	kg gp/ton arroz
demanda de GLP para secado anual	252.000	ton gp/año
demanda biogás equivalente para secado	462.000	m ³ biogás/año
capacidad de generación de biogás	472.500	m ³ biogás/año
utilización de la capacidad de generación de biogás para secado	98%	

¹⁰ En función del capítulo 2.4 y 2.9 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTDT, 2024).

Tabla 1: Demandas y capacidades del proceso integrado.¹¹

2.3. Operación del feedlot.

El feedlot cuenta con 6.500 animales bovinos en encierre para engorde. Las razas del ganado son Brangus y Braford, animales que se consideran más bien domésticos, al ser razas británicas, minimizando complicaciones y manejo respecto a razas más salvajes (tipo cebú) y el engorde de estas se verá favorecido con el feedlot de piso de hormigón. Se estima una superficie necesaria por animal de 10 m². Por lo cual, para recolectar el estiércol se propone construir plateas de hormigón, estimando la superficie de hormigón a instalar en 65.000 m² totales. El sitio debe permitir la ubicación del sistema de contención y tratamiento de efluentes. La pendiente general debería no superar el 4 % en el sentido opuesto a la ubicación del comedero y no ser menor del 2% para que el agua de lluvia y excrementos líquidos tenga una salida rápida del corral. Ello evitará el encharcamiento y el anegamiento. Pendientes superiores al 4% pueden exponerse al escurrimiento descontrolado y a la erosión hídrica ante precipitaciones intensas (Nienaber et al., 1974). Por motivos de higiene, protección del piso y de funcionalidad en la distribución es importante que los comederos estén sobre uno de los lados del corral y no dentro del mismo. Aunque ello imposibilita que ambos lados del comedero puedan ser utilizados por el animal y exige de una mayor longitud de comedero, los aspectos prácticos de la alimentación lo justifican. Los comederos deberían coincidir con el sector más alto del corral o al menos en un área donde no se corre riesgos de acumulación de agua y formación de barro. Los animales beben mejor de bebederos poco profundos con alto caudal, que renueva rápidamente el agua disponible. Adicionalmente, bebederos poco profundos son más fáciles de limpiar y sufren menos roturas. Para la provisión de agua frecuentemente se utiliza como referencia el valor de 7 litros por cada 50 kg de peso vivo.¹²

Se construirá un techo metálico para la protección de los animales. La sombra provee enfriamiento y alivio térmico en regiones donde las temperaturas exceden frecuentemente los 35°C y la humedad ambiental es elevada. Las temperaturas altas resultan generalmente en menor consumo de alimento.

¹¹ Elaboración propia en base datos recolectados.

¹² Feedlot - Alimentación, diseño y montaje. Aníbal J. Pordomingo. EEA "Guillermo Covas" INTA Anguil Facultad de Ciencias Veterinarias UNLPam 2013 - pg. 123

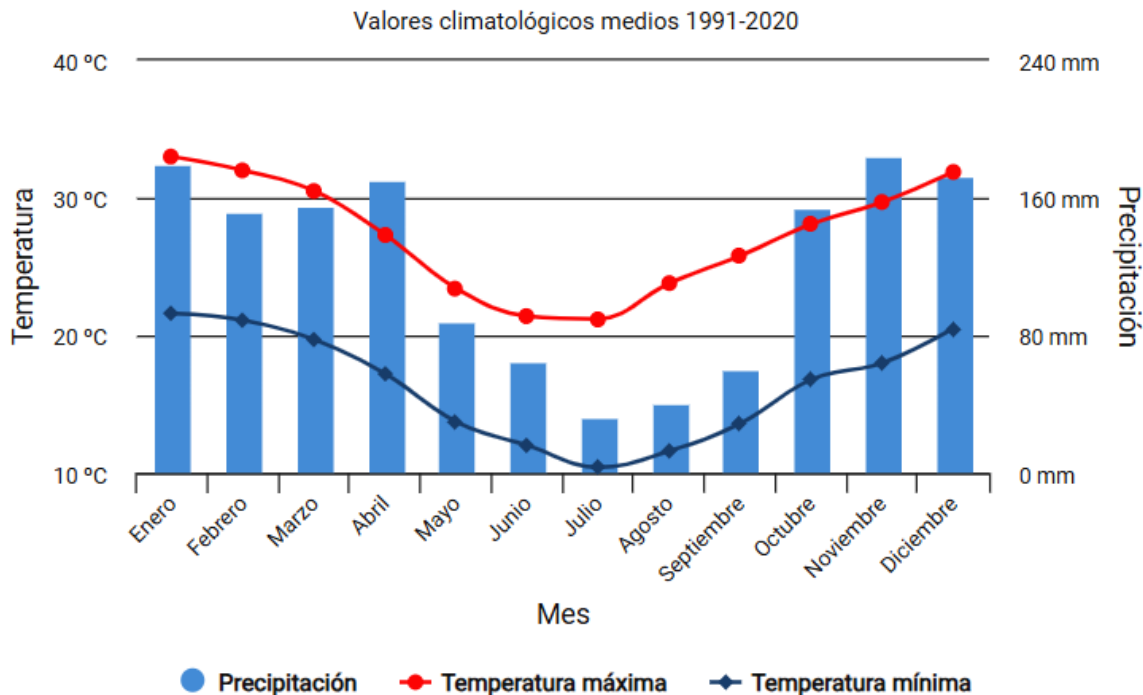


Gráfico 1: Valores climatológicos medios entre 1991-2000 para la zona norte de la provincia de Corrientes.¹³

El grado de saturación y movimiento del aire son factores centrales en la eficiencia refrigerante de la sombra. El diseño de la sombra deberá permitir una remoción rápida y permanente del aire. Debe tenerse en cuenta que la presencia de sombra es un factor de concentración de animales, heces y humedad. La disposición de la sombra deberá permitir una alta eficiencia en el uso de esta, el alejamiento de los comederos en lo posible y también un secado del suelo. Áreas con sombra permanente son más húmedas y concentradoras de heces. Se sugiere que el área de sombra a lograr debería ser de 1,5 m² a preferiblemente 4 m² por animal, aunque ello depende de numerosos factores, principalmente del tipo y rigurosidad del calor y de la categoría animal.¹⁴ Por lo cual, estimamos una superficie de sombra (techo) de 26.000 m² entre zonas de techos fijos con ventiladores y zonas de media sombra, ya que resulta conveniente que la sombra se pueda recoger o retirar en los meses fríos para no limitar la exposición al sol.

Para la operación del feedlot se requerirá:

- Un encargado (jefe de unidad) responsable general de la operación, supervisión del personal, control de los animales y la planificación de la alimentación y de la salud del ganado.
- Dos operarios encargados de la preparación y la distribución de las raciones diarias para los animales. Esta actividad se realiza con el apoyo de maquinaria como tractores y mezcladores. A su vez, se encargará del manejo del ganado para el arreo, el control y la observación de los animales para el seguimiento del comportamiento de estos y para realizar el manejo y la separación de aquellos que tengan necesidades específicas. También se encargan del pesaje y de la vacunación junto al encargado y al veterinario.

¹³ <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>

¹⁴ Feedlot - Alimentación, diseño y montaje. Aníbal J. Pordomingo. EEA "Guillermo Covas" INTA Anguil Facultad de Ciencias Veterinarias UNLPam 2013 - pg. 125

- Un encargado de la limpieza y el mantenimiento de los corrales y del mantenimiento de las cercas de las áreas de alimentación y agua, y de las reparaciones menores de la infraestructura y de los equipos.
- Un veterinario a medio tiempo trabaja parcialmente para supervisar la sanidad del feedlot y la atención de los animales, así como con la prevención y el control de las enfermedades, la administración de los medicamentos y la vacunación.



Imagen 3: Mixer vertiendo alimento en comederos de corrales.¹⁵

Respecto a la alimentación de los animales en el engorde a corral la misma tendrá la siguiente composición. Se espera 5,37 kg diarios por animal y un engorde desde los 120/130 kg hasta los 220 kg, en aproximadamente 100/110 días.

¹⁵ Foto esquemática de mixer proveyendo de alimento a los comederos de corral.

COMPOSICIÓN DE LA DIETA A BASE DE RESIDUOS DEL AGRO		
Peso de inicio	120/130	kg
Peso final	220	kg
Tiempo de recría	100/110	días
Kg promedio diario de alimento	5,37	kg/día
Componentes	%	kg
Expeller de Soja	12%	0,644
Maíz partido fino	36%	1,933
Sales de recría	2%	0,107
Úrea	0,5%	0,027
Afrechillo de arroz (extrusado)	21%	1,128
Rollo de paja de arroz	28,5%	1,530

Tabla 2: Composición de una dieta para engorde a corral a base de afrecho y paja de arroz.¹⁶

La utilización del afrecho de arroz permite disminuir las cantidades de maíz en la dieta y la paja de arroz reemplaza al heno de alfalfa. De esta forma se vuelve más económico engordar a un animal en un feedlot que en el sistema pastoril.

2.4. Operación de la planta de biogás.

La planta de biodigestión tendrá capacidad para procesar el 100% del estiércol producido en el establecimiento para transformarlo en biogás y aprovecharlo como energía térmica y para producción de energía eléctrica, y el digerido como biofertilizante. La propuesta consiste en instalar una planta de biodigestión anaeróbica para producir biogás a partir de la materia orgánica. Se propone un sistema de digestión anaeróbica en digestores de mezcla completa mesofílicos.¹⁷

Una vez obtenida la materia prima para alimentar el proceso de biodigestión se la prepara para el ingreso a la alimentación del digestor. Se hará un control de carga para que la cantidad de sustrato introducida se encuentre equilibrada con la capacidad del digestor y el tiempo de retención necesario para maximizar la producción del biogás. La alimentación al digestor deberá ser en intervalos regulares para ayudar a mantener el proceso lo más estable posible y poder controlar las variables más sensibles para su funcionamiento, como el pH y la temperatura. La digestión anaeróbica se realizará a temperaturas mesofílicas, alrededor de los 35°C. Dicha temperatura se mantendrá con el calor generado por el generador eléctrico durante los 8 meses de funcionamiento de la planta de molienda, periodo durante el cual se estará maximizando la generación de energía eléctrica para abastecer el consumo de dicha planta. Durante los 4 meses restantes, periodo durante el cual se realiza la operación de secado, se maximiza la producción de biogás para generar el calor necesario. El monitoreo del pH se hará para mantenerlo dentro de un rango entre los 6.8 y 7.2. El biogás producido se acumula en la parte superior del digestor donde se captura y luego se purifica para reducir el contenido de CO₂ mediante filtros de purificación para endulzar el biogás y disminuir

¹⁶ Elaboración propia en función de los datos obtenidos en la empresa.

¹⁷ En función del capítulo 3.3 y 3.5 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTDT, 2024).

problemas de corrosión en las instalaciones. El biogás producido será utilizado en su totalidad y durante todo el año para abastecer las instalaciones propias.

Por último, el digerido líquido se enviará a un tanque pulmón o laguna para luego utilizar hasta el 10% como fertilizante en la próxima campaña de arroz. La diferencia será ofrecida al mercado para ser comercializada como reemplazo de los fertilizantes utilizados como la urea, el DAP y el cloruro de potasio, entre otros. A pesar de ello, no lo estaremos considerando para el presente plan de negocios. El volumen de biogás generado en el biodigestor, de acuerdo con la cantidad de heces procesadas, es de 4.500 m³ de biogás por día.

Para la operación de nuestra planta de biogás se requerirá:

- Un operador principal encargado (jefe de unidad) de la supervisión diaria, el monitoreo de los parámetros principales y la resolución de los problemas que ocurriesen. También estará a cargo de la supervisión de la carga del sustrato y de su mantenimiento.
- Un asistente del operador principal, quien brindará soporte para las tareas de la alimentación del sustrato, la recolección del digerido y estará a cargo de las tareas de mantenimiento preventivo.
- Un especialista de mantenimiento para las reparaciones mayores, el ajuste de los equipos y la calibración de los sensores de gases y el mantenimiento de las instalaciones.

La planta operará bajo un turno diario con un monitoreo remoto nocturno, fines de semana y feriados.

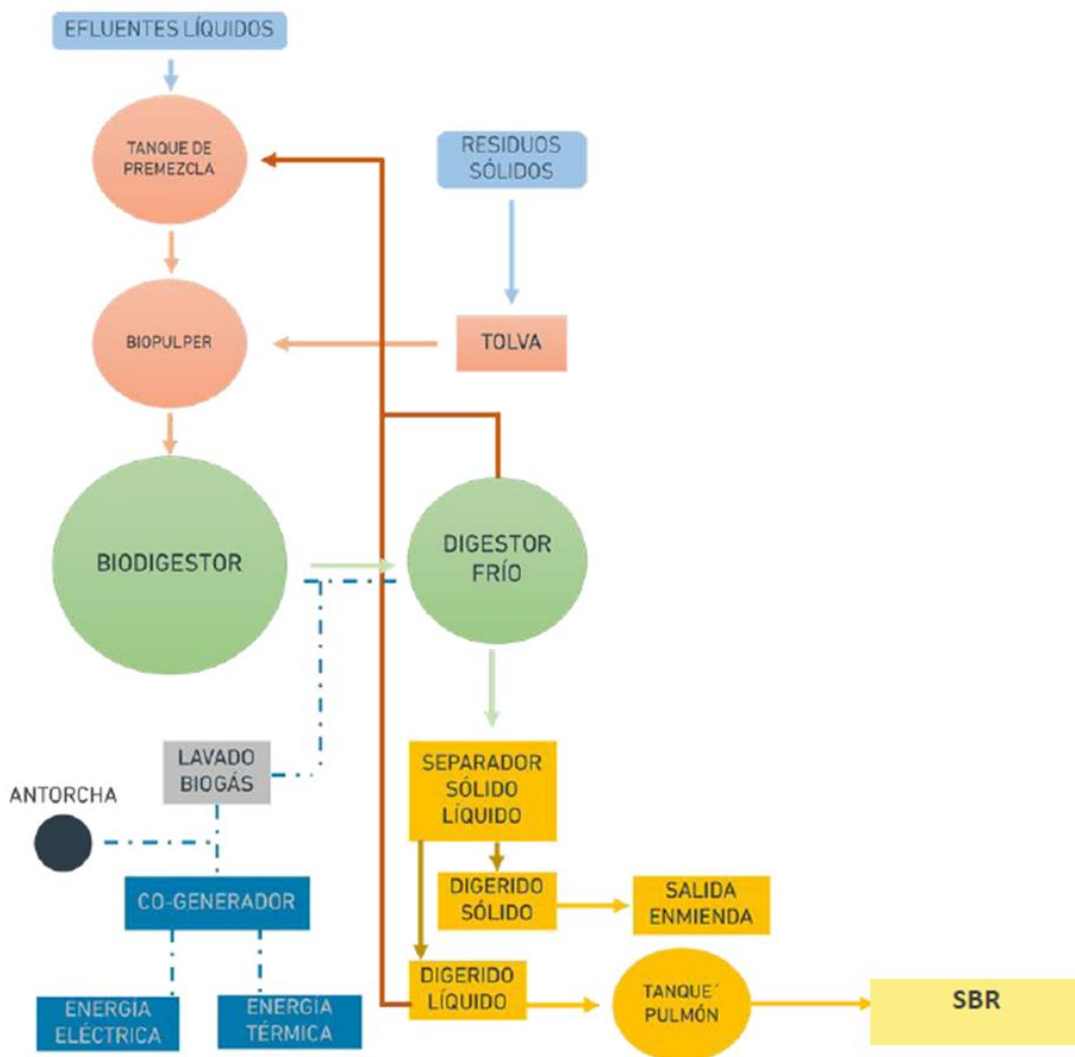


Imagen 4: Proceso de biodigestión propuesto por la empresa proveedora.¹⁸

2.5. Operación de la planta de secado.

El objetivo de dicha operación es reducir la humedad del grano y evitar daños en la calidad para poder ser almacenado y comercializado. El nivel de humedad óptimo ronda el 12/14%. Luego de la recepción de los granos, se descarga al arroz cáscara cosechado en la planta y se pesa y registra cada lote. Se mide la humedad inicial del arroz y se realiza una inspección visual para detectar impurezas. Si el arroz posee un nivel de humedad muy elevado, superior al 25%, se puede requerir un pre secado antes del secado principal. Se eliminan las impurezas, como piedras y restos vegetales que puedan afectar al proceso de secado, el funcionamiento de los equipos y la seguridad de las instalaciones. El secador de flujo continuo se alimenta con el calor generado por los quemadores y se monitorea el nivel de temperatura, ya que es una de las principales variables para la correcta eficiencia de la operación. El arroz es sensible al calor y puede quebrarse o disminuir su calidad en caso de

¹⁸ En función del presupuesto del proveedor IFES con la empresa ANDION TECHNOLOGY.

sobrecalentarse. La temperatura óptima de secado se encuentra entre los 40°C y los 50°C para el aire utilizado. El control del flujo de aire se realiza para garantizar un flujo constante de aire caliente y así poder eliminar la humedad de manera uniforme. La humedad se va reduciendo gradualmente para evitar que las capas externas se sequen más rápido que el núcleo y, así, evitar un grano partido. El tiempo de secado varía según el contenido inicial de humedad del arroz, la temperatura alcanzada y el flujo de aire caliente. Después del secado, el arroz se enfría para evitar la condensación y prevenir la formación de moho y hongos. Esto también permite estabilizar la humedad dentro del grano. Dicho enfriamiento se realiza a temperatura ambiente antes de su almacenamiento. Previo al almacenamiento y transporte, se verifica que el grano haya alcanzado la humedad deseada mediante el control de humedad final. Los secadores, ventiladores y quemadores se inspeccionan regularmente para asegurar su correcto funcionamiento. Los conductos de aire y filtros necesitan limpieza frecuente para mantener la eficiencia del secador y evitar acumulación de polvo o residuos que puedan generar obstrucciones o incluso incendios. Los sensores de humedad, temperatura y flujo de aire se deben calibrar periódicamente para garantizar que el proceso de secado sea preciso. El secado consume mucha energía, por lo que es importante monitorear el consumo de biogás y energía eléctrica para optimizar la eficiencia. Se debe tener precaución por posibles fugas de gas y el riesgo de incendios; es esencial mantener extintores y sistemas de control de incendios.

Actualmente, la operación de la planta de secado requiere:

- Un jefe de planta responsable de la supervisión general, la planificación de la producción y la resolución de los problemas operativos. También realiza la gestión del inventario y la coordinación de las operaciones de mantenimiento. Encargado de la gestión general de la misma, la planificación de la producción y la supervisión del equipo, para coordinar las operaciones de calidad, inventario y logística. Será compartido con la planta de molienda ya que ambas operaciones ocurren en serie.
- Dos operadores de secado para la supervisión de la entrada y de la salida del arroz en el sistema, control de las variables de secado (temperatura, flujo de aire) y la verificación del nivel de humedad. Serán compartidos con la planta de molienda para manejar y supervisar las máquinas de descascarado, blanqueo, pulido y clasificación, mediante el ajuste de los parámetros y el control de cada etapa del proceso para mantener la calidad del arroz. Esto ocurre porque las operaciones ocurren en serie. A su vez, se encargará de la recepción el almacenamiento del arroz cáscara, además del almacenamiento del arroz blanco luego del proceso y del empaque y despacho para el producto final, el etiquetado y la preparación de los envíos. También se encargará del control de calidad para la recepción del arroz, la medición inicial de la humedad y el control de la calidad, la limpieza de las impurezas y la calcificación previa al secado, que será compartido con la planta de molienda para realizar pruebas de calidad y control de humedad en cada etapa para asegurar que el arroz cumple con los estándares de calidad, además de revisar el producto final, monitorear la uniformidad de los granos y ajustar las operaciones de procesamiento.
- Un operario de limpieza y mantenimiento de los equipos de secado, ventiladores y quemadores que será compartido con la planta de molienda para los equipos de molienda, limpieza y transporte. Será compartido con la planta de molienda.
- Un operario de logística realizará el traslado del arroz seco hacia el sector de almacenamiento. Será compartido con la planta de molienda.



Imagen 5: Vista lateral planta de secado y tanques de almacenamiento de GLP.¹⁹



Imagen 6: Vista frontal planta de secado – quemadores, secadoras y silos de almacenamiento.²⁰

2.6. Operación de la planta de molienda.

El objetivo de esta operación es procesar el arroz cáscara para convertirlo en arroz blanco apto para su consumo. El arroz cáscara se recibe, se pesa y se clasifica según su calidad. Se toman muestras

¹⁹ Tomada por un integrante de la empresa durante 2024.

²⁰ Tomada por un integrante de la empresa durante 2024.

para medir el nivel de humedad y la calidad del grano. Se almacena en ambientes ventilados y con control de humedad para evitar su deterioro. Antes de comenzar la molienda, se eliminan posibles impurezas con tamices, separadores de aire y deschinadoras. Esta etapa evita daños en los equipos y mejora la calidad del producto final. El arroz en cáscara pasa por una máquina descascaradora, que generalmente utiliza rodillos de goma para separar la cáscara del grano. Este proceso debe ajustarse cuidadosamente para minimizar el daño al grano. Tras el descascarado, el arroz se envía a un separador que clasifica la cáscara y el arroz integral. La cáscara se aparta y se utiliza al afrecho como materia prima para la elaboración de la dieta para la alimentación del ganado dentro del feedlot. En la etapa de blanqueo se elimina el salvado del arroz integral mediante fricción. Este proceso convierte el arroz integral en arroz blanco, removiendo las capas externas. Después del blanqueo, el arroz blanco pasa a un proceso de pulido para darle un aspecto brillante y suave. Esto se realiza en pulidores de fricción o de rodillo y se debe controlar para evitar el sobre procesamiento y la pérdida de nutrientes. Una vez pulido, el arroz pasa a través de tamices que separan los granos enteros de los granos partidos. Los granos partidos suelen separarse para otros usos, mientras que los granos enteros se clasifican y empacan para la venta. El arroz blanco final se empaqueta en bolsas de diferentes tamaños según el mercado. Las máquinas de empaque automatizadas pueden ayudar a agilizar esta etapa y asegurar un pesaje preciso. El arroz empaquetado se etiqueta y almacena en un área protegida del polvo, la humedad y la luz directa. El almacenamiento debe estar bien organizado para facilitar el transporte y la distribución. Los equipos de molienda, como los rodillos de descascarado, blanqueadores, pulidores y clasificadores, requieren mantenimiento regular para operar de manera eficiente y evitar paradas. La calibración de maquinaria y sensores asegura un procesamiento uniforme y minimiza el desperdicio. Los operadores deben monitorear continuamente la calidad del arroz en cada etapa. La limpieza regular es esencial para evitar la acumulación de polvo y residuos que puedan obstruir las máquinas y afectar la calidad del producto. En cada etapa, se toman muestras para verificar la humedad, el color y la textura del arroz, asegurando que cumpla con los estándares de calidad. El producto terminado se revisa antes del empaque para asegurar que el arroz blanco cumple con los parámetros de calidad, como el porcentaje de granos enteros y la apariencia general.

La demanda de energía eléctrica para el molino: se requiere un total de 2.600 MWh durante 231 días para realizar el proceso de molienda de toda la cosecha (36.000 ton). La producción de afrecho tiene una capacidad de 2.880 ton/año, equivalente al 8% del arroz cáscara.

Para la operación de la planta de molienda se requiere:

- Un jefe de planta compartido con la planta de secado.
- Dos operadores que serán compartidos con la planta de secado.
- Un operario de limpieza y mantenimiento que será compartido con la planta de secado.
- Un operario de logística que será compartido con la planta de secado.

Los recursos humanos serán compartidos entre las plantas de secado y de molienda ya que ambas operaciones ocurren en serie y no se superponen las actividades.

3. PLAN ORGANIZACIONAL

3.1. Organigrama de la empresa pre y post proyecto de inversión.

El análisis del proyecto consiste en la valoración de los residuos que se generan durante los procesos productivos de arroz y la recría del ganado vacuno. Es por ello por lo que se considera que la decisión de llevar a cabo la construcción del molino ya fue analizada y se lo contempla como parte de la organización.

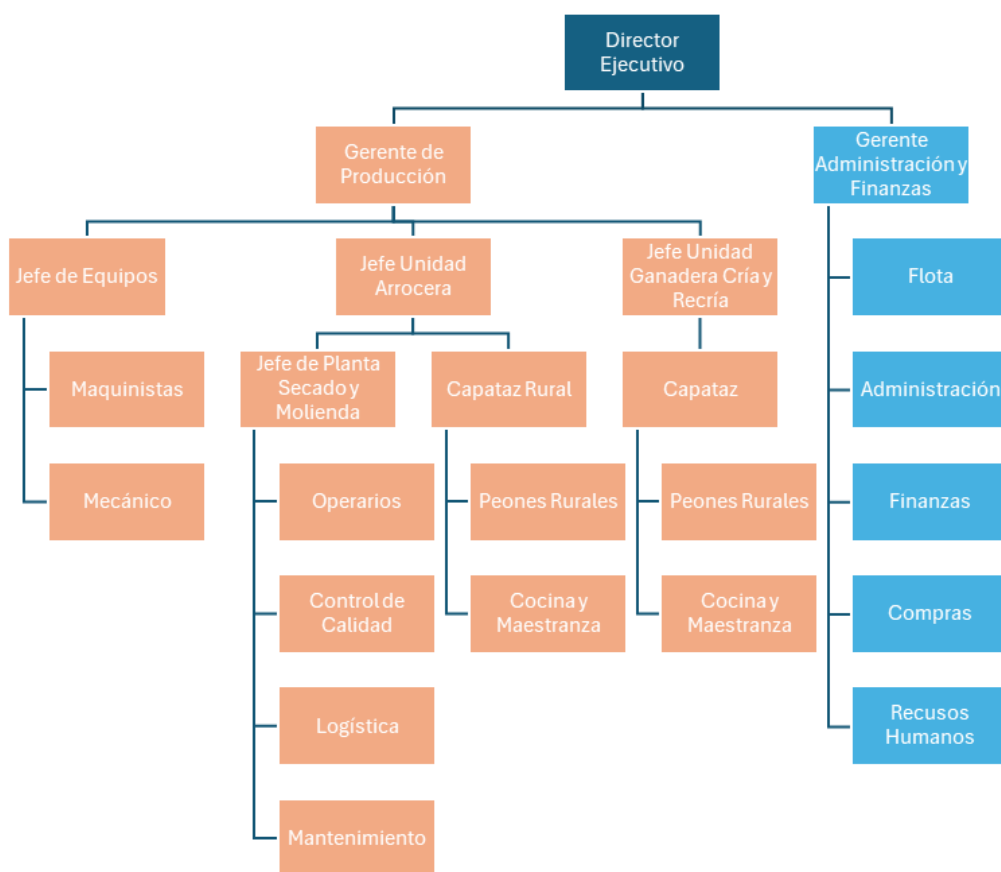


Imagen 7: Estructura pre-proyecto de inversión.²¹

Se crearán dos unidades nuevas dentro de la gerencia de producción: la unidad del feedlot y la de la planta de biogás, correspondientes a las nuevas operaciones unitarias como consecuencia del presente plan de negocios.

²¹ Elaboración propia en función del organigrama actual.

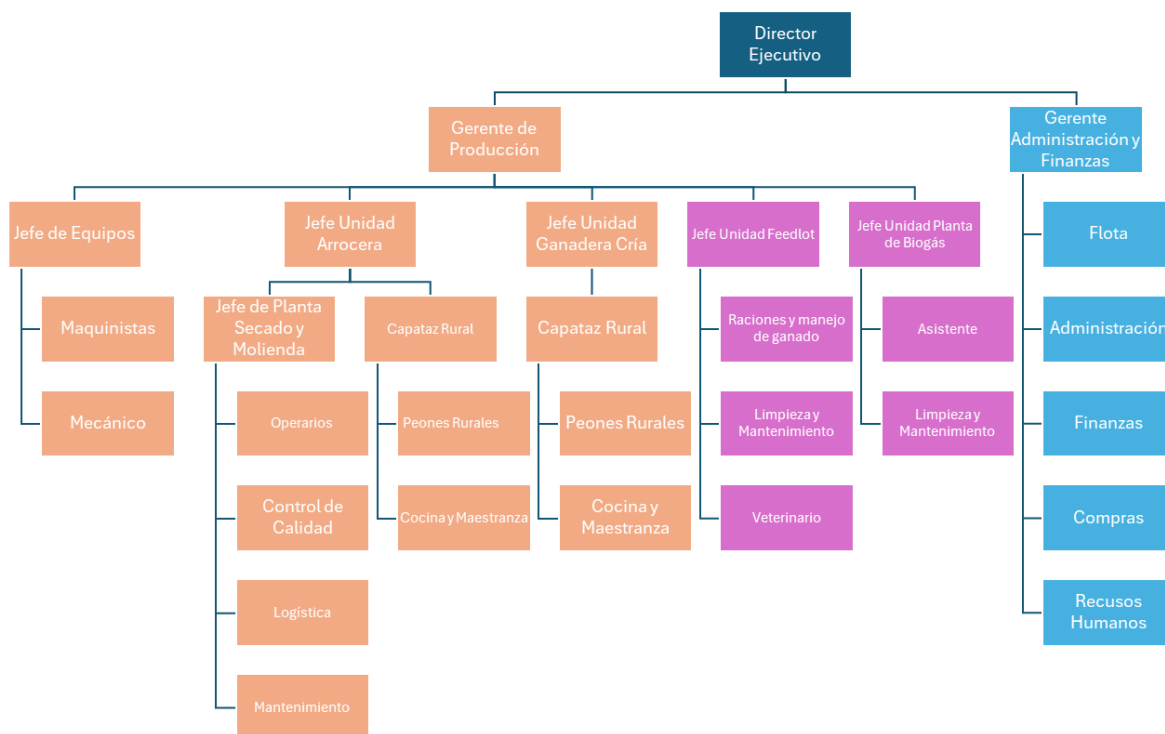


Imagen 8: Estructura post-proyecto de inversión.²²

3.2. Estructura.

La estructura actual cuenta con un director ejecutivo y dos gerentes, uno de Producción y el otro de Administración y Finanzas. Con la incorporación del proyecto de inversión la unidad administrativa y financiera no sufriría modificaciones en su plantilla, pero sí lo haría la unidad productiva. El Gerente de Producción hoy tiene a cargo tres jefes (equipamiento, producción agrícola arroceras y producción ganadera) y cada uno de ellos los operarios y analistas correspondientes para el funcionamiento de las áreas. Al incorporar el proyecto de inversión, se abren dos nuevas áreas para poder gestionar y operar las nuevas operaciones incorporadas a la compañía: el feedlot y la planta de biogás.

3.3. Puestos clave.

La Jefatura de la Unidad del Feedlot resulta una posición vital en la nueva estructura organizativa de la compañía porque será quien deba administrar eficientemente la nueva organización de los animales. Esta operación es totalmente novedosa para la empresa y necesita del *expertise* de esta persona para minimizar eventuales enfermedades y alteraciones en la alimentación de los animales, quienes, a su vez, deberán pasar por un proceso adaptativo al nuevo esquema productivo del pastoreo hacia el feedlot. Por otro lado, la gestión óptima de las excreciones también resulta clave ya que este residuo será la materia prima de la planta de biodigestión.

²² Elaboración propia en función de las necesidades de las nuevas operaciones unitarias.

La Jefatura de la Unidad de la Planta de Biogás también resulta vital ya que, al ser una nueva instalación dentro de la empresa, sus conocimientos y *expertise* son primordiales para la correcta operación de un proceso altamente sensible a las diversas variables indicadas en el punto 5.4.

Dichas nuevas unidades productivas son vitales para el nuevo esquema de procesos de la compañía, ya que operan todo el día y durante todo el año de manera continua, salvo durante las paradas por mantenimiento programado de la planta de biogás. Sin su operación eficiente y óptima, el diferencial de la creación de valor del proyecto no tiene sentido alguno.

3.4. Cronograma de obra hasta la puesta en marcha.

A continuación, se detalla un cronograma de obra para las nuevas operaciones unitarias del feedlot y la planta de biogás durante el año “cero” del proyecto, es decir, durante el año 2025:

Operación unitaria	Actividad principal	Actividad secundaria	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25
1. Feedlot	1.1. Planificación y diseño	1.1.1 Estudio de viabilidad												
		1.1.2. Diseño del proyecto												
		1.1.3. Gestión de permisos												
	1.2. Preparación del terreno	1.2.1. Movimiento de suelo												
		1.2.2 Nivelación del terreno												
		1.2.3 Preparación de accesos												
	1.3. Construcción de infraestructura	1.3.1. Construcción de piso de hormigón												
		1.3.2 Instalación de corrales												
		1.3.3 Instalación de bebederos y comederos												
		1.3.4 Instalación de techos y acondicionamiento de ambiente												
		1.3.5. Instalación eléctrica												
	1.4. Adquisición e instalación de equipos	1.4.1. Compra de equipos												
		1.4.2. Instalación y pruebas												
	1.5. Puesta en marcha	1.5.1. Recepción y acondicionamiento de animales												
2. Planta de biogás	2.1. Planificación y diseño	2.1.1 Estudio de viabilidad												
		2.1.2. Diseño del proyecto												
		2.1.3. Gestión de permisos												
	2.2. Preparación del terreno	2.2.1. Movimiento de suelo												
		2.2.2 Nivelación del terreno												
		2.2.3 Preparación de accesos												
	2.3. Construcción de infraestructura	2.3.1. Obras civiles principales												
		2.3.2. Infraestructura auxiliar												
		2.3.3. Redes de distribución fluidos												
	2.4. Adquisición e instalación de equipos	2.4.1. Compra de equipos												
		2.4.2. Instalación de equipos de procesos												
		2.4.3. Instalación de generador y sistema eléctrico												
		2.4.4. Conexión de redes												
	2.5. Puesta en marcha	2.5.1. Pruebas del sistema												
		2.5.2. Puesta en marcha inicial												

Imagen 9: Cronograma de obra hasta la puesta en marcha.²³

²³ Elaboración propia en función de lo conversado con la empresa y los proveedores.

4. ANÁLISIS Y PLAN FINANCIERO

4.1 Principales variables y dimensionamiento económico para la evaluación financiera.

Las variables para el dimensionamiento económico son el CAPEX, los flujos de ingresos positivos, el OPEX y el Working Capital.

4.1.1. CAPEX.

Contiene todos los materiales y trabajos necesarios para la inversión inicial del proyecto. Incluye el proyecto y dirección de obra, el equipamiento de la planta (biodigestor, tanque de almacenamiento, grupo electrógeno, entre otros), los vehículos de trabajo para la explotación del feedlot y la recolección de las heces, las obras civiles, como el movimiento de suelo, piso de hormigón, corrales, entre otras, la provisión y montaje electromecánica, los tableros y la instalación eléctrica, y la puesta en marcha. El CAPEX suma un total de USD 4.250.000 y se amortiza en diez años. Si bien el proyecto se piensa de manera integral, se muestra la incidencia del CAPEX en cada unidad.

CAPEX(USD)	Total	Incidencia del feedlot	Incidencia de la planta de biogás
	4.250.000	1.758.650	2.491.350
Proyecto, dirección y administración de obra	65.875	39.525	26.350
Equipamiento (incluye grupo electrógeno)	765.000		765.000
Vehículos de trabajo (Pala cargadora, tractor y mixer)	316.625	316.625	
Obras civiles	2.337.500	1402500	935000
Provisión y montaje electromecánico	510.000		510.000
Provisión y montaje tableros y cableado eléctrico	170.000		170.000
Costo puesta en marcha	85.000		85.000

Tabla 3: Composición del CAPEX.²⁴

4.1.2. Flujos de ingresos positivos.

Están compuestos por la diferencia de margen unitario por ternero entre el sistema pastoril y el engorde a corral, la oportunidad de arrendamiento de tierras debido a la liberación de hectáreas, el ahorro anual en consumo energético de GLP y energía eléctrica, el incremento en el margen de explotación de arroz debido a la certificación SRP y el ahorro en fertilizantes por el aprovechamiento del digerido.

Diferencia de margen entre sistema pastoril y sistema feedlot o engorde a corral: considerando que el precio final al que se va a vender el ternero para su engorde final hasta la faena es el mismo al que actualmente lo vende la compañía, se considera como flujo de ingreso generado por el proyecto el ahorro de costos por el cambio del actual sistema pastoril más alimento balanceado al de engorde a corral.

²⁴ Elaboración propia en base a datos recolectados.

Con el sistema actual de engorde de ternero se tiene un costo de USD 118,26. Con el sistema de engorde a corral y la dieta a base de afrecho y paja de arroz el costo unitario por ternero será de USD 96,26. La diferencia de margen es de USD 22 por ternero. Considerando que se producen dos recría al año de 6.500 terneros, el ahorro anual será igual a USD 286.000.

COSTO DE LA DIETA DE RECRÍA EN SISTEMA DE ENGORDE A CORRAL				
Peso de inicio	120/130	kg		
Peso final	220	kg		
Tiempo de recría	100	días		
Kg promedio diario de alimento	5,37	kg/día		
Dieta a base de residuos del agr	%	kg	Costo unitario	Costo diario
Expeller de Soja	12%	0,644	0,392	0,253
Maíz partido fino	36%	1,933	0,246	0,476
Salas de recría	2%	0,107	0,700	0,075
Úrea	0,5%	0,027	0,530	0,014
Afrechillo de arroz (extrusado con	21%	1,128	0,060	0,068
Rollo de paja de arroz	28,5%	1,530	0,050	0,077
Costo total por ternero (USD)				96,26
Costo actual siste pastoril (USD)				118,26
Ahorro por ternero (USD)				22,00

Tabla 4: Costo de la dieta de recría en sistema de engorde a corral, por ternero.²⁵

Oportunidad de arrendamiento de las tierras: considerando que al mismo tiempo se produce la recría de 6.500 terneros y que se estima una ocupación de una hectárea cada 2,5 terneros, la disponibilidad de nuevas tierras para el cálculo de costo de oportunidad de arrendamiento es de 2.600 hectáreas. El valor de alquiler anual por hectárea actualmente es de USD 200. La oportunidad de ingreso anual total es de USD 520.000.

Cantidad de terneros en recría al mismo tiempo	Tasa de ocupación de hectáreas	Hectáreas liberadas	Alquiler anual por hectárea (USD)	Oportunidad de ingresos anuales (USD)
6.500	2,5	2.600	200	520.000

Tabla 5: Cálculo de la oportunidad de ingresos anuales por arrendamiento.²⁶

Ahorro anual de consumo de GLP para la planta de secado: durante la temporada de secado la planta consume 7 kilogramos de GLP por tonelada de arroz secada. Para el secado de las 36.000 toneladas

²⁵ Tabla de elaboración propia según dieta proporcionada por el ingeniero agrónomo de la empresa y los costos de los productos según proveedores locales.

²⁶ Elaboración propia en base a datos recolectados.

producidas en el año se utiliza un total de 252.000 kilogramos de GLP. Teniendo en cuenta que el GLP tiene un costo de USD 0,4 por kg, el ahorro generado anual es de USD 100.800.²⁷

Ahorro anual de consumo eléctrico para el molino: durante la molienda se consumen 72 kWh de energía eléctrica por cada tonelada de arroz cáscara molido. Para la molienda de las 36.000 toneladas producidas en el año se requiere un total de 2.600 MWh. Teniendo en cuenta que el MWh tiene un costo de USD 75, el ahorro generado anual es de USD 194.400. El ahorro energético total es equivalente a USD 295.200.²⁸

Actividad	Consumo energético/ton Secado (kg GLP) Molienda (kWh)	Cantidad de arroz procesado (ton)	Costo del GLP (USD/kg)	Costo eléctrico (USD/MWh)	Ahorro energético Anual (USD)
Secado	7	36.000	0,4		100.800
Molienda	72	36.000		75,0	194.400

Tabla 6: Ahorro energético anual.²⁹

Incremento en el margen de exportación del arroz por Certificación SRP: la compañía puede exportar su producto final, el arroz blanco, a mercados segmentados, principalmente a clientes europeos como Gran Bretaña, a 40 dólares más por tonelada (un 8% más de su valor nominal, aproximadamente) respecto a los otros mercados. Teniendo en cuenta que de las 36.000 ton de arroz cáscara producidas en el año se obtiene un 70% de arroz blanco y que la compañía exporta el 50% y el resto lo vende en el mercado local, se obtiene un ingreso anual extra de USD 504.000.

Arroz cáscara producido anual (tn)	Arroz blanco producido anual (70% del arroz cáscara)	Arroz blanco exportado (50%)	Adicional por certificación SRP (USD)	Ingreso extra anual (USD)
36.000	25.200	12.600	40	504.000

Tabla 7: Cálculo del ingreso adicional por exportación de arroz blanco con certificación SRP.³⁰

Ahorro en fertilizantes por el aprovechamiento del digerido: la compañía tiene un gasto en fertilizantes de USD 1.709.500 por temporada de siembra, que se divide en tres productos: urea, fósforo y nitrógeno (DAP) y cloruro de potasio. Se estima que el digerido generado puede sustituir en un 10% los costos de fertilizantes.

Hectáreas de siembra de arroz	Urea (kg/ hectárea)	Costo de Urea (USD/kg)	DAP (kg/ hectárea)	Costo DAP (USD/kg)	Cloruro de Potasio (kg/ hectárea)	Costo Cloruro de Potasio (USD/kg)	Costo total de Fertilizantes (USD)	Ahorro del 10% por digerido (USD)
5.200	200	0,53	150	0,645	150	0,84	1.709.500	170.950

²⁷ En función del capítulo 1.5 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTD, 2024).

²⁸ En función del capítulo 1.6 del “Estudio de mercado para el reciclaje de residuos y su valorización como biomasa” (Diego Muñoz, EMBA UTD, 2024).

²⁹ Tabla de elaboración propia según consumos brindados por el sector de operaciones de la empresa.

³⁰ Elaboración propia en base a datos recolectados.

Tabla 8: Cálculo del ahorro en fertilizantes por aprovechamiento del digerido.³¹

4.1.3. OPEX.

Está compuesto por los costos operativos del feedlot, los costos de control biológico y de calidad, los costos operativos de la planta de biogás, las reservas de energía por parada de planta y los *overhead* asociados a la implementación de esta nueva parte del negocio.

Costos operativos del feedlot: se consideran solo los gastos operativos marginales por la operación del feedlot. Es decir, aquellos gastos que ya existen en el sistema pastoril, no se considerarán como gastos adicionales como, por ejemplo, los gastos de los operarios para la alimentación del ganado y la movilidad (camioneta). Se consideran como costos el operario de limpieza y mantenimiento de los corrales y el veterinario que deberá estar exclusivamente dedicado al ganado en corral. Los equipos para operar el feedlot y que no se usan en el sistema actual son el mixer mezclador de alimentos, el tractor para tirar al mixer y desparramar el alimento en los comederos y la cargadora frontal para verter el alimento en el mixer y recolectar las heces. El jefe de la unidad feedlot se considera dentro de los *overhead*.

EQUIPO	COMBUSTIBLE			COSTO COMBUSTIBLE ANUAL	LUBRICANTES (10% DEL COMBUSTIBLE)	REPARACIONES Y REPUESTOS	TOTAL
	AMORTIZACIÓN	CONSUMO/DÍA	USD/LTS				
CARGADORA FRONTAL	16.000	30	1,06	11.448	1.145	9.600	38.193
MIXER MEZCLADOR DE ALIMENTO	8.000	25	1,06	9.540	954	4.800	23.294
TRACTOR	7.600	30	1,06	11.448	1.145	4.560	24.753
Costo total de operación anual en USD							86.240

Tabla 9: Costos de operación incrementales del feedlot respecto al sistema pastoril.³²

Personal	Costo Mensual (USD)	Costo Anual (USD)
Operario limpieza	1.200	14.400
Veterinario	2.200	26.400
Total Anual		40.800

Tabla 10: Costos incrementales del feedlot.³³

Costos de control biológico y de calidad: se estiman USD 50.000 anuales en gastos de proveedores especializados y laboratorio para el control biológico de las heces y el digerido y para control de calidad del biogás producido.³⁴

Costos operativos de la planta de biogás: se estima USD 15 por cada MWh consumido. El consumo eléctrico anual para la molienda es de 2.600 MWh, con un costo operativo anual de USD 39.000. Estos costos incluyen tanto al personal para la operación, como el asistente del jefe de la planta y al

³¹ Elaboración propia en base a datos recolectados.

³² Tabla de elaboración propia con valores recopilados según los datos del mercado.

³³ Elaboración propia en base a datos recolectados.

³⁴ Dato provisto por el proveedor IFES.

especialista de mantenimiento, como así también los gastos de mantenimiento y de energía eléctrica.³⁵ El jefe de la unidad planta de biogás se considera dentro de los *overhead*.

Reservas de energía por parada de planta: se estima que todos los años se realizará una parada de la planta de biogás para mantenimiento por lo que será necesario considerar una recarga de GLP y un consumo de energía eléctrica durante dicho mes (5.000 toneladas de procesamiento de arroz, aproximadamente).

Reserva para paradas de planta de biogás	Actividad	Consumo energético/tn Secado (GLP) Molienda (kW)	Cantidad de arroz procesado (ton)	Costo del GLP (USD/kg)	Costo del mW (USD)	Ahorro energético Anual (USD)
	Secado	7	5.000	0,4		14.000
	Molienda	72	5.000		75,0	27.000
					Total	41.000

Tabla 11: Reserva de energía para mantenimiento de planta.³⁶

Overhead: según el plan organizacional, los *overhead* asignados a esta parte del negocio comprenden los costos de los salarios y movilidades para el jefe de unidad feedlot y para el jefe de unidad planta de biogás.

Personal	Costo Mensual (USD)	Costo Anual
Jefe Unidad Feedlot	2.600	31.200
Jefe Unidad Planta de Biogás	2.600	31.200
Movilidad Jefe Unidad Feedlot + combustible	1.200	14.400
Movilidad Jefe Unidad Planta de Biogás +. Combustible	1.200	14.400
Total Anual		91.200

Tabla 12: Costos de overhead³⁷

4.1.4. Working Capital.

Dentro del año cero, en paralelo con la ejecución del proyecto, será necesario producir afrecho con la molienda para alimento del ganado, por lo que será necesario disponer de energía eléctrica para este proceso. De forma análoga, es necesario contar con un stock de GLP para poder realizar el secado del arroz antes de la primera molienda. Con media producción de la cosecha ya puede iniciarse el proceso continuo en el año 1.

³⁵ Dato provisto por el proveedor IFES.

³⁶ Elaboración propia en base a datos recolectados.

³⁷ Elaboración propia en base a datos recolectados.

WK Año 0	Actividad	Consumo energético/ton Secado (kg GLP) Molienda (kWh)	Cantidad de arroz procesado (ton)	Costo del GLP (USD/kg)	Costo eléctrico (USD/MWh)	Ahorro energético Anual (USD)
	Secado	7	18.000	0,4		50.400
	Molienda	72	18.000		75,0	97.200
					Total	147.600

Tabla 13: Working Capital para el año cero.³⁸

4.2 Estimación de la tasa de descuento.

La tasa de descuento del proyecto se determina calculando el costo promedio ponderado de capital (WACC), que está dado por la siguiente expresión:

$$WACC = E/(D+E)*K_e + D/(D+E)*K_d*(1-t)$$

siendo

$$K_e = \text{Costo del Equity} = R_f + BL*(R_{mp} - R_{fp}) + EMBI$$

$$K_d = \text{Costo de la deuda} = R_f + \text{Default Spread} + EMBI$$

$$BL = \text{Beta Levered} = B_u*(1+(D/E)*(1-t))$$

$$B_u = \text{Beta Unlevered} = BL/((1+(D/E)*(1-t))$$

R_f = El rendimiento actual del bono de USA a 10 años

$(R_{mp} - R_{fp})$ = Equity risk premium

D = Deuda Neta

E = Equity

t = tasa de impuestos

EMBI = Riesgo País

Debido a que la empresa no cotiza en el mercado de valores, para poder estimar el Beta Levered se seleccionan cuatro empresas productoras de energía renovable y biogás que cotizan en NASDAQ y NYSE. Se desapalancan los Beta Levered de acuerdo con los valores de la deuda neta y equity de cada empresa, obteniendo un Beta Unlevered para cada empresa. Luego se calcula el promedio de los Beta Unlevered y se apalanca nuevamente para obtener el Beta Levered de la empresa del proyecto. Los valores de D y E para el apalancamiento son los promedios de la industria.

³⁸ Elaboración propia en base a datos recolectados.

EMPRESA	BOLSA	CÓDIGO	DEUDA NETA (D) (USD)	EQUITY (E) (USD)	D/E	D/(E+D)	E/(E+D)	BL	Bu
CLEAN ENERGY FUELS CORP	NASDAQ	CLNE	15.621.700,00	639.000.000,00	2,44%	0,024	0,976	2,12	2,08
OPAL FUELS INC	NASDAQ	OPAL	15.980.200,00	110.280.000,00	14,49%	0,127	0,873	0,49	0,44
AEMETIS	NASDAQ	AMTX	29.205.400,00	140.650.000,00	20,76%	0,172	0,828	1,24	1,07
TOTAL ENERGY SE	NYSE	TTE	2.069.300.000,00	148.440.000.000,00	1,39%	0,014	0,986	0,74	0,73

Tabla 14: Estructura de deuda y capital de empresas productoras de energías renovables y biogás.³⁹

D/E prom	0,10
Bu prom	1,08
D/(E+D) prom	0,084
E/(E+D) prom	0,916
BL	1,148

Tabla 15: Promedio de los comparables de la industria.⁴⁰

Por su parte, para estimar el costo de la deuda es necesario calcular el spread de default. Para ello se procede a calcular el Interest Coverage Ratio de la compañía (EBIT/Intereses) para obtener el rating crediticio de la compañía y de esta forma calcular el spread de default con la Damodaran.

EBIT (USD)	3.776.099
Intereses (USD)	1.004.990
Interest coverage ratio	3,757
Rating	A3/A-
Spread de default	1,21%

Tabla 16: Cálculo del spread de default.⁴¹

Con estos valores y considerando un EMBI igual a 9,5%, una tasa de impuestos igual al 35%, el ERP igual a 4,25% y el Rf igual a 4,2% se realiza el cálculo de la WACC.

Rf	ERP	BL	EMBI	Interest Coverage Ratio	Spread de default	Ke	Kd	E/(E+D) prom	D/(E+D) prom	(1 - t)	WACC
4,20%	4,25%	1,15	9,50%	3,76	1,21%	18,58%	14,91%	0,916	0,084	0,65	0,178

Tabla 17: Cálculo del WACC.⁴²

³⁹ Elaboración propia en base a datos recolectados.

⁴⁰ Elaboración propia en base a datos recolectados.

⁴¹ Elaboración propia en base a datos recolectados.

⁴² Elaboración propia en base a datos recolectados.

La tasa de descuento para el proyecto es de 17,8%.

4.3 Evaluación del proyecto.

Para la evaluación del proyecto se calcula el Free Cash Flow (FCF) para cada año. Luego se calculan los indicadores financieros TIR y VAN utilizando la tasa de descuento calculada de 17,8%.

Se considera que la empresa puede afrontar la inversión reinvertiendo las utilidades de años anteriores, por lo cual no se considera pago de intereses y/o devolución de capital en los flujos de fondo.

Para el cálculo del FCF se consideran el CAPEX, los flujos de ingreso positivos, el OPEX, la amortización de la inversión en diez años y la variación del Working Capital. El proyecto arroja un valor del **Valor Presente Neto** de **USD 493.569** y una **Tasa Interna de Retorno** de **20,96%**.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX (USD)	-4.250.000										
Flujos de ingresos positivos (USD)		1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150	1.776.150
Diferencia de margen entre sistema pastoril y engorde a corral (USD)		286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000
Oportunidad de arrendamiento de tierras (USD)		520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000
Ahorro anual de GLP (USD)		100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800
Ahorro anual MW/h (USD)		194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400
Ingresos por Certificación SRP (USD)		504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000
Ingreso por aprovechamiento del digestido como fertilizante (USD)		170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950
OPEX		348.240	348.240	348.240	348.240	348.240	348.240	348.240	348.240	348.240	348.240
Costos Operativos Feedlot (USD)		127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040
Costos de control biológico y de calidad (USD)		50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Costos Operativos planta de energía (USD)		39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000
Reserva de energía para parada de planta (USD)		41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000
Overhead (USD)		91.200	91.200	91.200	91.200	91.200	91.200	91.200	91.200	91.200	91.200
EBITDA (USD)		1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910	1.427.910
Amortizaciones		425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000	425.000
EBIT		1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910	1.002.910
Taxes	0,35										
EBIT* (1-t)		651.892	651.892	651.892	651.892	651.892	651.892	651.892	651.892	651.892	651.892
WK	-147.600										
WK		147.600									
Tasa de descuento	17,8%										
FCF	-4.250.000	929.292	1.076.892	1.076.892	1.076.892	1.076.892	1.076.892	1.076.892	1.076.892	1.076.892	1.076.892
VAN	493.569										
TIR	20,96%										

Tabla 18: Evaluación del Proyecto. Cálculo de VAN y TIR.⁴³

Aunque el objeto del proyecto es la integridad de ambas unidades de negocio, se muestra el cálculo de los indicadores financieros si se consideraran de forma separada. En tal sentido se divide el capex según la incidencia del feedlot y de la planta de biogás en el monto de la inversión y se consideran por separados los gastos operativos y los ingresos de cada unidad. Los *overhead* se consideran en partes iguales para ambas unidades y el working capital se tiene en cuenta únicamente en la evaluación del feedlot.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX (USD)	-1.758.650										
Flujos de ingresos positivos (USD)	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000	806.000
Diferencia de margen entre sistema pastoril y engorde a corral (USD)	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000	286.000
Oportunidad de arrendamiento de tierras (USD)	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000	520.000
OPEX	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640	172.640
Costos Operativos Feedlot (USD)	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040	127.040
Overhead USD)	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600
EBITDA (USD)	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360	633.360
Amortizaciones	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865	175.865
EBIT	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495	457.495
Taxes	0,35										
EBIT*(1-t)	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372	297.372
WK	-147.600										
ΔWK	147.600										
Tasa de descuento	17,8%										
FCF	-1.758.650	325.637	473.237	473.237	473.237	473.237	473.237	473.237	473.237	473.237	473.237
VAN	255.681										
TIR	21,62%										

Tabla 19: Cálculo de los indicadores financieros en la unidad feedlot.⁴⁴

⁴³ Elaboración propia en base a datos recolectados.

⁴⁴ Elaboración propia en base a datos recolectados.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX (USD)	-2.491.350										
Flujos de Ingresos positivos (USD)	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150	970.150
Ahorro anual de GLP (USD)	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800	100.800
Ahorro anual MW/h (USD)	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400	194.400
Ingresos por Certificación SRP (USD)	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000	504.000
Ingreso por aprovechamiento del digerido como fertilizante (USD)	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950	170.950
OPEX	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600	175.600
Costos de control biológico y de calidad (USD)	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Costos Operativos planta de energía (USD)	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000
Reserva de energía para parada de planta (USD)	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000
Overhead USD)	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600	45.600
EBITDA (USD)	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550	794.550
Amortizaciones	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135	249.135
EBIT	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415	545.415
Taxes	0,35										
EBIT*(1-t)	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520	354.520
WK											
ΔWK											
Tasa de descuento	17,8%										
FCF	-2.491.350	603.655	603.655	603.655	603.655	603.655	603.655	603.655	603.655	603.655	603.655
VAN	237.888										
TIR	20,47%										

Tabla 20: Cálculo de los indicadores financieros en la unidad planta de biogás. ⁴⁵

4.4 Análisis de sensibilidad.

Se consideran cinco variables que se identifican como riesgosas para el negocio: la cantidad de toneladas de arroz cosechadas para diferentes valores de rinde, el precio del GLP, el precio del MWh, el precio de la tonelada de arroz blanco por su impacto en los ingresos adicionales por la certificación SRP y la tasa de descuento para diferentes valores del EMBI.

Para el análisis de sensibilidad se toman valores pesimistas y optimistas, realistas con el mercado, de una variable a la vez, dejando fijas al resto. Estos valores se estiman según su rango histórico y/o proyecciones futuras, lo que implica que no todas las variables varían en el mismo porcentaje. Por ejemplo, el GLP tiene una variación entre optimista y pesimista menor a la que tiene el valor de la tonelada de arroz blanco.

De esta manera, se recalcula el VAN para los diferentes escenarios planteados.

⁴⁵Elaboración propia en base a datos recolectados.

	Variable	Valor pesimista	Valor original esperado	Valor optimista
VAN	Tonelada de arroz cosechadas	33.000 297.847	36.000 493.569	39.000 689.495
	Precio del GLP (USD)	0,36 472.533	0,4 493.569	0,42 504.381
	Precio del MW (USD)	0,675 452.817	0,75 493.569	0,9 575.661
	Precio de la Tonelada de Arroz (USD)	375 (SRP 30) 123.465	500 (SRP 40) 493.569	625 (SRP 50) 864.066
	Tasa de descuento	0,232 (EMBI 15%) -304.235	0,1783 493.569	0,144 (EMBI 6%) 1.151.572

Tabla 21: Análisis de sensibilidad del VAN del proyecto para valores pesimistas y optimistas de una variable a la vez.⁴⁶

Se observa que las variables más sensibles del proyecto son las relacionadas a la producción de arroz (cantidad cosechada y precio de la tonelada). Por su parte, las variaciones en el riesgo país pueden hacer al proyecto mucho más ambicioso como así también destruir valor, según sea el caso considerado.

4.5. Bonos de carbono: Potencial ingreso adicional.

Si bien no se tiene en cuenta como una variable que pueda influir en la decisión de llevar a cabo o no el proyecto, se plantea un análisis de sensibilidad con bonos de carbono. Se considera un ingreso potencial generado por la venta de bonos certificados en el mercado. Asumiendo que por cada kg de GLP reemplazado por biogás se evitan 3 kg de emisión de CO₂ y por cada MWh generado, 450 kg de CO₂, anualmente el proyecto genera un ahorro en emisiones de carbono de 1.926 ton/año. Considerando que el proyecto tiene una duración de 10 años, se analizan las variaciones del VAN para diferentes valores a los que podría venderse cada tonelada de carbono certificada en los bonos.

Para el análisis de sensibilidad se calcula el VAN del proyecto considerando el ingreso por los bonos de carbono para diferentes valores de venta y para diferentes periodos de cobro.

⁴⁶ Elaboración propia en base a datos recolectados.

Descripción	Cantidad	Unidad
Kg anuales de GLP reemplazados por biogás	252.000	kg de GLP/año
MWh anuales generados para la molienda	2.600	MWh/año
Ahorro de emisiones de CO2 por cada kg de GLP reemplazado	3	kg de CO2
Ahorro de emisiones de CO2 por cada MWh generado	450	kg de CO2
Ahorro en emisiones de CO2 anuales debido al proyecto	1.926.000	Kg de CO2/año
Ahorro en emisiones de CO2 anuales debido al proyecto	1.926	ton de CO2/año
Ahorro en emisiones de CO2 en todo el proyecto (10 años)	19.260	ton de CO2

Tabla 22: Cálculo del ahorro de emisiones de CO2 y su valoración para el proyecto.⁴⁷

Variable		Valor pesimista	Valor original esperado	Valor optimista
VAN				
	Bonos cobrados en el año 1	5 USD/ton CO2 546.692	10 USD/ton CO2 599.814	15 USD/ton CO2 652.937
	Bonos cobrados en el año 5	5 USD/ton CO2 521.127	10 USD/ton CO2 548.684	15 USD/ton CO2 576.242
	Bonos cobrados en el año 10	5 USD/ton CO2 505.701	10 USD/ton CO2 517.834	15 USD/ton CO2 529.966

Tabla 23: Sensibilidad del VAN frente a diferentes valores de los bonos de carbono y en diferentes periodos de cobro.⁴⁸

Del análisis realizado puede observarse que para bonos que se comercializan a un valor promedio de mercado (USD 10/ton de CO2) y pudiendo vender los mismos en edades tempranas del proyecto, el VAN podría aumentar hasta un 21,5% respecto al original, volviendo al proyecto más atractivo desde el punto de vista financiero.

⁴⁷ Elaboración propia en base a datos recolectados.

⁴⁸ Elaboración propia en base a datos recolectados.

5. CONCLUSIONES.

El proyecto propuesto para Yvoty Ganadera S.A. representa una oportunidad novedosa de generar valor a partir de incorporar los residuos generados *in situ*, integrando los procesos productivos agrícolas e industriales con prácticas sostenibles y tecnologías innovadoras. La instalación de una planta de biogás y la implementación de un sistema de engorde a corral mediante la construcción del feedlot, no solo promueven una economía circular, sino que también fortalecen la competitividad de la empresa en un contexto en el que la sostenibilidad y la eficiencia operativa son cada vez más valoradas en los mercados locales e internacionales. La planta de biogás resulta la operación unitaria clave para unir las actuales líneas de negocio y que el proceso productivo cierre de forma satisfactoria. Por lo tanto, su operación y mantenimiento serán primordiales para el funcionamiento orgánico y sostenido de la nueva estructura de la empresa.

El análisis de sensibilidad realizado evidencia que el proyecto es robusto frente a variaciones en los precios del GLP y la energía eléctrica, pero más sensible a factores relacionados con la producción arroceras, como la cantidad cosechada por campaña y el precio de venta del arroz blanco. A su vez, la tasa de descuento, directamente influenciada por el riesgo país (EMBI), juega un rol crítico en la viabilidad del proyecto. Si bien con un EMBI de 1500 puntos el proyecto destruye valor, los niveles actuales de 950 puntos hacen que sea rentable, con un potencial significativo de mejora si la tendencia a la baja del riesgo país se mantiene. El punto de quiebre se encuentra cercano a los 1200 puntos en donde el VAN ya se posiciona en valores cercanos a cero. Por el análisis realizado, descartamos una potencial llegada de red de gas natural a la zona. Si bien existe alguna potencialidad futura lejana de que ello ocurra, el consumo térmico para el proceso de secado resulta breve dentro de un año calendario. Por lo cual, inclusive un precio de gas natural muy bajo cercano a 1 USD/MMBtu y sostenido en el tiempo (lo cual resulta algo improbable), traccionado por un extensivo desarrollo de Vaca Muerta, no afectaría la sostenibilidad del desarrollo del presente proyecto de inversión.

Más allá de los ahorros energéticos obtenidos mediante la planta de biogás, el verdadero valor del proyecto radica en su capacidad para mejorar la rentabilidad de otros proyectos/unidades de negocio de la empresa. Por ejemplo, el incremento del 8% en el precio de venta para las exportaciones de arroz gracias a la certificación SRP (USD 504.000 adicionales anuales), la reducción del 10% en los costos de fertilizantes (USD 170.950) y una disminución en los costos de alimentación del ganado de 22 USD/animal representando una optimización de los costos de la dieta del 20%, el aprovechamiento del afrecho y de la paja de arroz como insumos.

Otro aspecto con un potencial adicional significativo en nuestras ventas es el de los bonos de carbono. Aunque este mercado todavía se encuentra algo incipiente en Argentina el presente plan de negocios posiciona al proyecto como un generador potencial de bonos de carbono que podrían ser comercializados en mercados internacionales. Este potencial ingreso adicional no solo incrementaría la rentabilidad del proyecto, sino que también lo haría más atractivo frente a inversores interesados en proyectos sostenibles. A medida que el mercado de bonos de carbono crezca en la región, esta iniciativa se consolidará como un ejemplo de cómo aprovechar tendencias globales para obtener beneficios económicos y ambientales. Igualmente, reforzamos que esta iniciativa sería un plus adicional frente a un análisis económico financiero que ya presenta resultados robustos.

Desde un enfoque económico financiero, el proyecto demuestra ser una inversión atractiva, con un valor actual neto (VAN) de USD 493.569 y una tasa interna de retorno (TIR) del 20,96% en un horizonte de 10 años. Además, el análisis muestra un tiempo de recupero de la inversión (*payback*) de 4,1 años.

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto genera beneficios significativos al valorizar residuos que actualmente se queman o no se aprovechan, disminuyendo la huella de carbono y mejorando las condiciones ambientales locales. Esto posiciona a Yvoty Ganadera S.A. como una empresa alineada con los principios de sostenibilidad, fortaleciendo su reputación frente a mercados internacionales y consumidores cada vez más exigentes.

La integración de este proyecto dentro de las operaciones de Yvoty Ganadera S.A. no solo genera un valor económico tangible, sino que también posiciona a la empresa como un referente en sostenibilidad e innovación en el sector agroindustrial argentino. Los beneficios financieros, ambientales y sociales, sumados al potencial de comercialización de bonos de carbono, hacen de esta inversión una decisión estratégica alineada con las tendencias del mercado y los objetivos de largo plazo de la compañía.

6. Anexo I

[Propuesta técnico comercial del proveedor Grupo IFES Bioenergías.](#)



PRESENTACIÓN
FEEDLOT - Grupo IFES