

PASIVOS PUESTOS EN VALOR. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE INGRESAR AL COMERCIO DE BIOGÁS LICUADO EN LA REGIÓN SUDAMERICANA¹

Mariana Barreña, Rosa Ana Catalano y Juan Manuel Sierra

Universidad de Belgrano. Zabala 1837 – CQ1426DQG - CABA Argentina. www.ub.edu.ar

mariana.barrena@comunidad.ub.edu.ar; rosa.catalano@comunidad.ub.edu.ar; juan.sierra@comunidad.ub.edu.ar

Resumen

<p>Recibido: 12/2023</p> <p>Aceptado: 4/2024</p>	<p>El productor agropecuario tiene la oportunidad de transformar costos en ingresos, convirtiendo la biomasa generada por los residuos de la agricultura y ganadería, en subproductos, como el biogás y el biofertilizante. Así elevará valor agregado nacional y empleo de forma amigable con el medioambiente, aumentando su rentabilidad y eficiencia. El sector rural argentino padece anualmente restricción de la oferta del gasoil requerido para el procesamiento y comercialización de su producción. Podría enriquecer el biogás en biometano y luego convertirlo en el combustible que alimente el transporte a larga distancia, sumándose con su venta, al tránsito regional Argentina-Brasil-Chile, contribuyendo a resolver un problema estructural, con reducción de emisiones contaminantes y ahorro de divisas.</p> <p>En este trabajo diseñamos un proyecto de inversión para la producción de biogás licuado a escala nacional, incluyendo la instalación de surtidores en 10 puntos de venta dentro de Argentina, en línea con su conexión al tránsito intrarregional. De la estimación del flujo financiero realizada para el cálculo de rentabilidad, se obtuvo como resultado la viabilidad de la propuesta, contribuyendo a cumplimiento ambientales previamente asumidos por Argentina.</p>
<p>Palabras clave</p> <p>Desechos agropecuarios</p> <p>Biometano</p> <p>Biogás licuado</p>	
<p>Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.</p> <p>ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861</p>	

¹ El presente trabajo contribuye a una investigación desarrollada en el marco del proyecto denominado “Evaluación de Rentabilidad de las PyMEs Agropecuarias Argentinas”, radicado en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Belgrano.

LEVERAGED ASSETS. PROFITABILITY ANALYSIS OF ENTERING THE LIQUEFIED BIOGAS TRADE IN THE SOUTH AMERICAN REGION

Mariana Barreña, Rosa Ana Catalano y Juan Manuel Sierra

Universidad de Belgrano. Zabala 1837 – CQ1426DQG - CABA Argentina. www.ub.edu.ar

mariana.barrena@comunidad.ub.edu.ar; rosa.catalano@comunidad.ub.edu.ar; juan.sierra@comunidad.ub.edu.ar

Abstract

KEYWORDS

Agricultural and livestock waste
Biomethane
Liquefied biogas

By converting biomass from agricultural and livestock waste into by-products such as biogas and biofertilizer, agricultural producers have the opportunity to turn costs into income. This increases domestic value added and employment in an environmentally friendly manner, while also increasing profitability and efficiency. Argentina's rural sector suffers from an annual limitation in the supply of diesel oil needed to process and market its production. It would be possible to enrich the biogas into biomethane and then transform it into fuel for long distance transportation. Its sale would contribute to the regional Argentina-Brazil-Chile transit, thus helping solve a structural problem, with the reduction of polluting emissions and saves in foreign currency.

In this work, we have designed an investment project for the production of liquefied biogas on a national scale, including the installation of pumps at 10 retail sites in Argentina, in line with intra-regional transit. By estimating the financial flows used to calculate the profitability, we determined the feasibility of the proposal, contributing to the environmental commitments previously made by Argentina.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

1. INTRODUCCIÓN

Año tras año Argentina importa una cuarta parte de los requerimientos domésticos de gasoil, combustible aplicado en un 75% al servicio de transporte; en 2022, particularmente, el sector agropecuario vio peligrar el procesamiento de su producción y comercialización por los faltantes del combustible. Partiendo de la generación de biogás por aprovechamiento de residuos agropecuarios, el sector y las PyMEs agropecuarias tienen la oportunidad de reemplazar por biogás licuado, el gasoil aplicado al transporte de larga distancia, reduciendo costos económicos y ambientales; adicionalmente, se les abre una puerta a la exportación regional.

Partiendo de la estimación del potencial de producción de Biogás Licuado (BGL o BioGNL) de Argentina, derivado de biogás elaborado con desechos agropecuarios, nuestro propósito analizar la oportunidad de integrarse a la red comercial de Gas Natural Licuado (GNL) en la región sudamericana, y al negocio intrarregional, midiendo el potencial de ahorro de divisas por sustitución de importación de gasoil, así como la posibilidad de reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), por la conversión a un combustible significativamente menos contaminante.

Evalúamos la rentabilidad de instalar surtidores de BGL en Argentina, en conexión con el tráfico comercial con Brasil y Chile, para conformar una red que recorra la “medialuna” constituida por Río de Janeiro/San Pablo/Porto Alegre-Buenos Aires/Rosario/Córdoba-Santiago de Chile. A partir de la construcción del flujo financiero del proyecto de inversión y del cálculo de rentabilidad, se busca establecer el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para constatar su viabilidad financiera.

Cumplir este objetivo requiere del análisis del marco regulatorio nacional, todavía en construcción, para establecer las condiciones de viabilidad de los negocios propuestos. También debemos hacer el relevamiento de la red de surtidores de GNL proyectada a nivel nacional.

Consideramos a los bionegocios una oportunidad para que la PyME agropecuaria aumente su rentabilidad y sustentabilidad, transformando residuos agropecuarios en biocombustibles, contribuyendo al agregado de valor y empleo, el autoabastecimiento energético y la diversificación de esa matriz, con la liberación de divisas por sustitución de importaciones de gasoil, junto con el cumplimiento del compromiso con la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas-7 de la Agenda del 2030, en un contexto internacional de precios elevados del gas natural.

2. PASIVOS TRANSFORMADOS EN ACTIVOS: DE RESIDUOS A ENERGÍA Y FERTILIZANTES. PRODUCTOS Y TECNOLOGÍA

2.1. El biogás

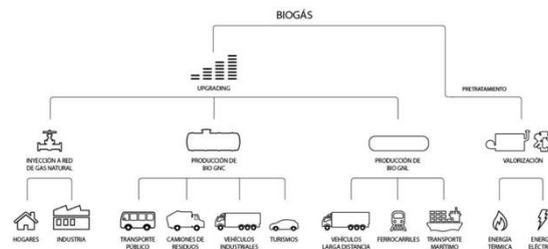
Es el tipo de energía de mayor crecimiento en el mundo, por sus numerosas externalidades positivas. No obstante, en Argentina participa en no más del 4% de la generación eléctrica por fuente renovable, en las provincias de Buenos Aires, pionera, Córdoba, San Luis y Santa Fe, incorporadas desde del año 2016, sumándose en 2019 Tucumán, todavía en menor medida (Barreña & Knoll, 2023).

Es una mezcla de metano (CH_4), 50-70%, dióxido de carbono (CO_2), 30-50%, y finalmente, pequeñas proporciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S) y vapor de agua, que deben eliminarse, para evitar complicaciones en la utilización del biocombustible (Biogás Argentina, 2017). Como la cantidad de biogás generado depende del potencial energético de los insumos utilizados, es necesario mantener constantes las condiciones internas de los reactores, logrando una producción uniforme a lo largo del día y un uso constante (Biogás Argentina, 2017).

El poder calorífico del biogás es inferior al del gas natural (5.200 Kcal/m^3 contra 9.300 Kcal/m^3), por lo que hay que aumentar el caudal de entrada o purificarlo, elevando su concentración de metano, superior al 90%, y obtener un gas similar al fósil, en composición, características, posibilidades de uso y potencial energético, siendo conocido como biometano o biogás enriquecido, versión refinada y mejorada del biogás.

A diferencia del combustible fósil, el biometano es renovable y su uso significa reducir significativamente las emisiones de GEI, lo que es importante en la transición hacia la sustentabilidad. Los destinos son similares a los del gas natural, al volcarlo a la misma red de suministro doméstico e industrial, para generación de energía eléctrica o térmica, o propulsión de vehículos limpia (Figura 1).

Figura 1. Usos del biogás



Fuente: extraído de Genia Bioenergy (2022).

2.2. El biofertilizante

También es resultado de la digestión anaeróbica, componiéndose de minerales y hormonas del crecimiento; en promedio, contiene 8,5% de materia orgánica, 2,6% de nitrógeno, 1,5% de fósforo y 1,0% de potasio, con un pH de 7,5, pudiendo presentar variaciones marcadas, según origen, recolección, condiciones climáticas, tiempo y forma de almacenamiento (Biogás Argentina, 2017). Respecto de las hormonas del crecimiento (no presentes en el compost), contiene los cinco grupos principales: adeninas, purinas, auxinas, giberelinas y citoquininas.

Puede combinarse con los de origen inorgánico, no deja residuos tóxicos, sino que potencia la calidad del suelo. La aplicación directa de deyecciones de animales o subproductos orgánicos de las agroindustrias, como abono, presenta problemas para la agricultura y ganadería por la carga de microorganismos patógenos, el alto contenido de materia orgánica, la presencia de semillas de malezas y nutrientes sin estabilizar; en contraposición, el biofertilizante obtenido de biodigestión anaeróbica no contiene microflora patógena. Está estabilizado, así que los nutrientes contenidos no se pierden, tienen efecto de liberación prolongado, elevando la materia orgánica del suelo (Biogás Argentina, 2017). Tiene impacto ecológico positivo, por reducción de demanda química de oxígeno del 80-90% (Biogás Argentina, 2017).

Presenta dos fases, una líquida (Biol) y una sólida (Biosol), cada una con ventajas. El Biol permite la aplicación por rociado o sistemas automáticos de irrigación; promueve el enraizamiento, la

floración y el poder germinativo de las semillas. El Biosol mejora la estructura de suelos arenosos y la retención de la humedad (Biogás Argentina, 2017).

2.3. El biogás licuado

En la propulsión de vehículos, el Gas Natural Vehicular (GNV), de origen fósil o de biomasa, presenta dos formas: comprimido o licuado. La primera, Gas Natural Comprimido (GNC) y Biogás Comprimido (BGC o bioGNC); la segunda, GNL y BGL.

El GNC es limpio (es el combustible fósil menos contaminante, al expulsar menos CO₂), no renovable y económico; se almacena a gran presión, a temperatura ambiente. Como requiere mayor espacio de almacenamiento en el vehículo, reduce su autonomía, destinándose al uso urbano.

El GNL es un líquido criogénico (mantenido a -160°C), ecológico, renovable y sostenible, dado que cumple con las exigencias europeas en materia ambiental; no es tóxico ni corrosivo. Para mantenerlo en estado líquido debe ser almacenado y transportado en recipientes muy bien aislados. De volumen tres veces menor al del GNC, el vehículo presenta mayor autonomía, usándose en distancias largas. Se compone de metano en un 95%, propano, butano, nitrógeno y CO₂. El GNL permite una reducción de emisiones de CO₂ del 20% frente al gasoil; cuando se usa BGL la baja puede llegar al 90% (Galileo Technologies, 2023).

El ahorro de emisiones de CO₂

En 2018 Argentina emitió 365,89MtCO₂ (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). El sector del transporte emite anualmente 51MtCO₂, representando el 14% del total-país y el 28% del sector energía, que emite 185,49tCO₂, constituyéndose en el principal responsable de las emisiones nacionales. En cambio, Agricultura, Ganadería, Silvicultura y otros usos de la tierra genera 143,20MtCO₂, segundo contaminador del país, representando el 39% de las emisiones totales de GEI. Finalmente, Residuos emite 16,43MtCO₂, 4% del total, donde el 59% corresponde a residuos sólidos (9,64MtCO₂). El cambio de combustible fósil por biogás generado con residuos agropecuarios reduciría las emisiones del sector Transporte-Energía dando mejor gestión a los residuos del sector, con oportunidad de tener una producción más sostenible y amigable con el medio ambiente.

A partir de la metodología de Michelin (2023) para la medición de la huella de carbono, estimamos la emisión anual de CO₂ de los vehículos de carga pesada traccionados a gasoil. En la Figura 2 se presentan los resultados. Si consideramos que el cambio de combustible a BioGNL permite reducir tales emisiones en un 90% (Galileo Technologies, 2023), se presenta la estimación de la reducción de emisiones de GEI por el uso del biocombustible.

Figura 2. Emisión anual de CO₂ de camiones a gasoil

Vehículos motor Diésel	Consumo mínimo (30 litros/100 km) de gasoil, en litros	Emisión mínima de tCO ₂ (2,68 kg CO ₂ por litro)	Valor emisiones mínimas de CO ₂ en U\$D	Consumo máximo (40 litros/100 km) de gasoil, en litros	Emisión máxima de tCO ₂ (2,68 kg CO ₂ por litro)	Valor emisiones máximas CO ₂ en U\$D	Emisión promedio de tCO ₂ (2,68 kg CO ₂ por litro)	Valor emisiones promedio de CO ₂ en U\$D	Ahorro emisiones de tCO ₂ por uso BGL (-90%)	Valor promedio emisiones de CO ₂ en U\$D
1 unidad	79.200	212	19.258	105.600	283	25.677	248	22.468	223	20.221
40 unidades	3.168.000	8.490	770.319	4.224.000	11.320	1.027.093	9.905	898.706	8.915	808.835
Total	3.247.200	8.702	789.577	4.329.600	11.603	1.052.770	10.153	921.174	9.138	829.056

Leyenda: precio de 1 tonelada de CO₂ de agosto 2023: €84,88 (Sendeco2, 2023). Paridad €/U\$D: 1,0980 (Google Analytics, 2023). Valor 1 tonelada de CO₂: U\$D 90,73.

Fuente: elaboración propia a partir de Michelin (2023) para cálculo de emisiones de GEI y de Galileo Technologies (2023) para la reducción de emisiones de GEI.

La emisión de 1 vehículo de carga pesada alimentado a gasoil genera entre 212-283tCO₂ anuales, por lo que una flota de 40 unidades, entre 8.490-11.320tCO₂ anuales. Considerando el promedio de emisiones de CO₂, tanto por vehículo, como 40 unidades propulsadas a BGL, el ahorro de emisiones asciende a 223tCO₂/año y 8.915tCO₂/año, respectivamente.

Valorizando la reducción de emisiones de carbono al precio internacional de 84,88€/tCO₂ (Sendeco2, 2023), o 90,73U\$/tCO₂ (Google Analytics, 2023), la reducción de emisiones por la conversión a BGL significa U\$D20.221 cada camión y U\$D808.835 los 40.

2.4. La tecnología

De generación de biogás: biodigestores

Es un contenedor o recipiente que se encuentra cerrado herméticamente e impermeablemente, con el cual se obtiene biogás y biofertilizante, mediante un proceso de fermentación anaeróbica de desechos orgánicos, producido al interior (CEPAL, 2019).

Respecto del tamaño del biodigestor, encontramos diferentes escalas; los domésticos, los de pequeña escala y los industriales (CEPAL, 2019). Nos centraremos en los últimos.

Los biodigestores industriales están compuestos por membranas de polietileno de alta densidad (HDPE, por su sigla en inglés) y caucho flexible (EPDM, por su sigla en inglés), tanques de concreto, acero y poliestireno expandido. Cuentan con equipos complementarios, como trituradores y mezcladores de residuos, sistemas de agitación internos y externos, sistemas de extracción de lodos y separadores de sólidos, equipos de control de proceso, cortallamas y válvulas de seguridad, sistema de limpieza de biogás y eliminación de H₂S, generadores de energía, estaciones elevadoras de voltaje y equipos portátiles de medición. Son de carga y descarga periódica, denominados de carga “continua”.

La estructura de la planta de biogás industrial de escala mediana, se conforma de la fosa de carga, dos biodigestores primarios, donde ocurrirá el proceso de digestión anaeróbica, un post-digestor, donde termina de tratarse el material, una pileta de descarga, donde se acumulará el fertilizante, y la sala de máquinas. Utilizamos la cotización del biodigestor realizada en la primera etapa de nuestra investigación (Barreña et al., 2023b).

De enriquecimiento de biogás y licuefacción: criogenización

Son variadas las técnicas de purificación o limpieza, de *upgrading*, que consisten en separar el CO₂, primeramente, y luego, el resto de los compuestos minoritarios. Las opciones son: absorción química, *Pressure Swing Adsorption*, *Pressurized Water Scrubbing*, separación con membranas y criogenización o separación criogénica (Genia Bioenergy, 2022). La última es de especial interés para producir BioGNL, permitiendo recuperar el CO₂ en estado líquido. Los distintos puntos de ebullición del CH₄ (-160°C) y del CO₂ (78°C) facilitan su separación, recuperando el segundo de los gases en estado líquido.

Todas las técnicas de tratamiento del biogás elevan el costo de producción del combustible, por lo que es necesario optimizar tanto el consumo de energía como la eficiencia del proceso de generación, minimizando las pérdidas de metano, por razones económicas y ambientales.

Otra consideración igualmente económica y ambiental tiene relación con la eliminación del CO₂ en el *upgrading*; generalmente es liberado a la atmósfera, pero si la calidad es suficientemente alta,

puede aprovecharse con fines industriales, para la producción de alimentos o elevando la concentración del gas en invernaderos, favoreciendo procesos de fotosíntesis.

Para la producción de BGL proponemos la instalación de la estación Cryobox-Bio de Galileo Technologies, cuya descripción y cotización corresponde a una segunda etapa de nuestra investigación (Barreña, Catalano, Paoloni, & Sierra, 2023a). En esa estación se integran las etapas de *upgrading*, *polishing* y licuefacción. Entre el punto de generación del combustible y el ingreso a la estación Cryobox-Bio, el biogás es acondicionado en la Planta ZPTS. La operación está totalmente automatizada; el Sistema SCADA brindado por Galileo Technologies realiza un monitoreo remoto 24x7. Adicionalmente, la Cryobox-Bio permite producir GNC. Los plazos de instalación son notoriamente más cortos: 6 meses versus 24 a 36 meses de otros proveedores, para una capacidad instalada similar.

De distribución y comercialización: camiones-cisterna y expendedores

Para el traslado desde la planta de producción al punto de venta, Galileo Technologies propone el uso de isotanques criogénicos, que luego serán remolcados por camiones o tráileres de distribución. La carga desde la estación Cryobox-Bio a los tanques de almacenamiento es simple, rápida y no requiere bombas; luego se distribuyen esos tanques para abastecer los surtidores y, desde éstos, los vehículos o equipos industriales (posibilidad no abordada en este trabajo). El expendedor de Galileo Technologies es la estación inteligente Patagonia (Galileo Technologies, 2023), que despacha 150 litros de GNL (equivalentes a 60 kg) por minuto, por lo que la carga completa de un camión puede efectuarse en 5-6 minutos (Barreña et al., 2023a).

La caracterización y cotización de los vehículos corresponde a la etapa anterior de nuestra investigación (Barreña et al., 2023a). En cuanto a los isotanques criogénicos, se trata de contenedores de gas líquido, de presión, adecuados para transporte marítimo y terrestre. En particular, el semirremolque cisterna para líquidos criogénicos se compone de un tanque de almacenamiento horizontal, chasis medio, caja de operaciones, bomba de líquidos criogénicos, compresor automático, manguera y piezas de conexión entre el tanque y el chasis. El volumen transportable va desde 5-52m³ (Gas Equipment, 2023); la cotización de mercado para unidades nuevas ronda los U\$D40.000 (almacenamiento 30m³) y U\$D65.000 (52,6m³), mientras que las unidades usadas están en el orden de los U\$D20.000 (capacidad superior a 50m³); (ver Anexo). También hay disponible en el mercado tanques criogénicos portátiles, compatibles con distintos tipos de estructuras; la capacidad varía entre 3,5m³ y 160m³ (Gas Equipment, 2023); la cotización ronda los U\$D25.000 (ver Anexo).

Galileo le llama Gasoducto Virtual al sistema de distribución por camiones; para su funcionamiento trazaron “corredores azules”, con estaciones Patagonia instaladas en puntos neurálgicos del país, contando con que la autonomía de los camiones alimentados con GNL ronda entre los 1000-1700km (Galileo Technologies, 2023). La Figura 3 presenta el mapa de los corredores proyectados a mediados de 2019 junto a YPF, no concretado (Surtidores, 2019).

Figura 3. Mapa de “corredores azules”



Fuente: extraído de Surtidores (2019).

3. MARCO REGULATORIO

En Argentina no existe normativa vigente para la producción y comercialización de GNL o BGL; el 29 de mayo de 2023 el Poder Ejecutivo Nacional (PEN) envió al Congreso de la Nación un proyecto de ley relativo al establecimiento del régimen de promoción de gas licuado, impulsado desde el Ministerio de Economía (PEN, 2023). Este proyecto puede ser considerado un referente del futuro marco regulatorio para actividad.

Los objetivos y principios del Régimen de Promoción son:

- a. Incrementar la producción de GNL a gran escala, promoviendo la competitividad y alentando su expansión.
- b. Incentivar el desarrollo de la cadena de valor y la industria de bienes de capital asociada, con el fin de fomentar el establecimiento de polos productivos y la generación de empleo.
- c. Propender una mejor operación de la industria del GNL, garantizando la totalidad de las etapas de la actividad, la igualdad de oportunidades y el libre acceso al mercado.
- d. Promover la inversión nacional y extranjera directa para desarrollar esta industria.
- e. Promover la integración del capital nacional e internacional, en alianzas para la producción y exportación de GNL y actividades asociadas.
- f. Incorporar nuevas tecnologías y modalidades de gestión para el mejoramiento de la producción de GNL y actividades asociadas.

Se podrán presentar proyectos de inversión durante los primeros 5 años a partir de la publicación de la norma, lo que podrá ser prorrogado por 1 año. La Autoridad de Aplicación será la Secretaría de Energía del Ministerio de Economía.

El objeto principal es la licuefacción de gas natural y su exportación como GNL mediante la construcción, contratación o adquisición de plantas de GNL, ya sea en tierra o flotantes, pudiendo incluir inversiones en actividades asociadas.

El proyecto contempla un compromiso de inversión de al menos USD1.000 millones y una capacidad mínima de producción instalada de 1 millón de toneladas de GNL anuales. El compromiso de inversión mínima deberá ser alcanzado dentro del plazo máximo de 6 años desde la aprobación del proyecto. Las inversiones adicionales deberán ser, como mínimo, del valor o la capacidad de generación de GNL establecidas para el inicio, teniendo plazo máximo de 10 años para completar la ampliación, desde la puesta en marcha de la planta de licuefacción.

El plazo de vigencia de los beneficios será desde la fecha de notificación de la aprobación del proyecto hasta 30 años posteriores a la puesta en marcha de la planta de licuefacción, de la ampliación o de las etapas sucesivas.

Asimismo, se imponen obligaciones de contenidos mínimos de integración nacional respecto de los bienes y servicios involucrados en la inversión, que será creciente en el tiempo; a saber, desde el inicio de la inversión hasta el décimo año el componente nacional debe ser como mínimo del 15%, desde el año once al veinte, del 30% y desde el año veintiuno al treinta, del 50%.

Los beneficios tributarios relacionados con la inversión son:

- a. Amortización acelerada del Impuesto a las Ganancias sobre las inversiones; en el caso de bienes muebles, en cuatro cuotas anuales; en obras de infraestructura, su vida útil es reducida al 50% de la estimada, en cantidad de cuotas iguales.
- b. Acreditación y/o devolución del Impuesto al Valor Agregado (IVA) cuando no se pueda absorber contra el débito fiscal, pasado un período fiscal sobre las inversiones.
- c. Alícuota máxima del Impuesto a las Ganancias de 30%.
- d. Compensación de quebrantos durante 10 años, con una cláusula de actualización relacionada con el Índice de Precios al Consumidor (IPC).
- e. Deducción de las ganancias de los intereses y las diferencias de cambio originadas por la financiación del proyecto.
- f. Exención de los derechos de importación y demás tributos cuando no exista producción nacional, o no pueda satisfacer a la totalidad de la demanda, o no posean las características mínimas requeridas, por el plazo de 10 años.
- g. Se aplica un beneficio sobre los Derechos de Exportación según posición arancelaria 2711.11.00. El proyecto establece distintas alícuotas según la cotización internacional del GNL. Si es hasta 15USD/MMBTU, el derecho de exportación será 0%, desde 20USD/MMBTU, será 8%; mayor a 15USD/MMBTU y menor a 20USD/MMBTU hay una fórmula para calcularlo.

Por su parte, se establece que la aprobación de los permisos ambientales será competencia de las autoridades de aplicación nacional, provincial, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y/o municipal que corresponda, resultando condición indispensable para el acceso a los beneficios promocionales.

4. NUESTRA PROPUESTA DE INVERSIÓN

Como en esta oportunidad abordamos un proyecto a escala nacional, comenzamos por escalar nuestra propuesta de inversión para la producción de biogás y biofertilizante a partir de desechos de la producción agropecuaria a mediana escala, a 10 plantas equipadas con diez biodigestores de domo cada una, emplazadas en las cercanías de la generación de biomasa, para facilitar el traslado a los biodigestores. La producción de biogás se estima en 1.200Nm³/hora o 28.800Nm³/día por planta de biogás, es decir, un total de 288.000Nm³/día (Barreña et al., 2023a).

La inversión estimada para esta etapa del proyecto asciende a USD10,6 millones por planta de biogás, es decir, un total de USD106 millones para las 10 plantas.

La materia prima para el biocombustible es aportada por los productores agropecuarios PyMEs agrupados en cooperativas, que costearán la recolección y traslado al biodigestor, obteniendo a cambio biofertilizante.

En cada planta de generación de biogás se proyecta instalar un equipo de enriquecimiento a biometano y licuefacción, con tecnología aportada por Galileo Technologies, la Estación Cryobox-Bio, más la Planta ZPTS, que genera 480kg/hora y 11.520kg/día de BGL, combustible suficiente para alimentar diariamente 40 camiones de transporte de carga a larga distancia, que pueden recorrer 1.000km diarios; esto es, 115.200kg/día en el país, que pueden suministrar combustible a 400 camiones (Barreña et al., 2023a). Expresados en litros, cada planta produce 28.455 litros/día y 284.550 litros/día en el país.

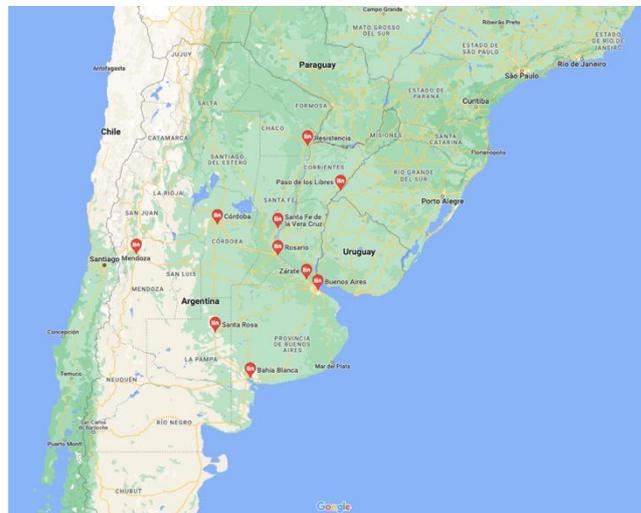
La inversión estimada es de U\$D6 millones por estación Cryobox-Bio y Planta ZPTS, es decir, un total que asciende a U\$D60 millones.

Se estima que el biocombustible será suministrado a vehículos de larga distancia, operativos en la región latinoamericana, comenzando por evaluar el tránsito Brasil-Argentina-Chile.

Para la comercialización del BGL se planifica la instalación de una Estación Inteligente Galileo Patagonia en estaciones de servicio de GNC (Galileo Technologies, 2023). Se proyecta la instalación de 10 surtidores, cada uno abastecido por una planta de generación de biogás-biometano-BGL, que podrán suministrar hasta 40 unidades vehiculares diariamente². Implica una inversión de U\$D600.000 por surtidor Patagonia, ascendiendo a un total de U\$D6.000.000 (Ceriotto, 2020). A las estaciones de servicio de GNC se les pagará un canon por el emplazamiento del expendededor, estimado en el 15% del valor de las ventas, lo que incluye costear la mano de obra requerida para el manejo del surtidor.

Retomando el concepto de “corredores azules” elegimos puntos de comercialización del BGL, situándolos en: CABA, Bahía Blanca, Santa Rosa, Mendoza, Zárate, Pasos de los Libres, Rosario, Córdoba, Santa Fe y Resistencia, indicados en la Figura 4.

Figura 4. Red de expendedores de BGL

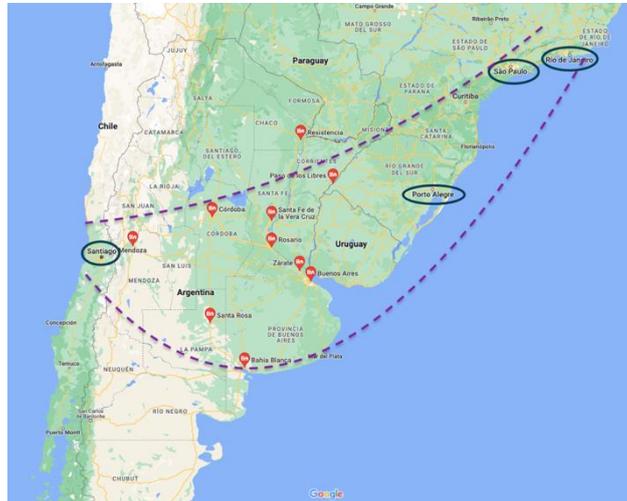


Fuente: elaboración propia con Google Maps (Google Maps, 2023).

² La producción diaria puede abastecer 41 camiones, considerándose la venta de combustibles a 40 unidades más el suministro de la unidad propia, asignada a la distribución.

El objetivo es la integración al tránsito intrarregional Brasil-Argentina-Chile, como puede observarse en la Figura 5.

Figura 5. Integración a la red de expendedores de BGL intrarregional



Fuente: elaboración propia con Google-Maps (2023).

Adoptamos una modalidad de distribución similar al “gasoducto virtual”, servicio prestado por Galileo Technologies (Galileo Technologies Yo cargo GNL, 2023); (Galileo Technologies, 2023); el traslado del biocombustible de la planta de producción al surtidor se realizará en camiones-cisterna, equipados de isotanques criogénicos, requiriéndose de 10 unidades conducidas por dos choferes.

La inversión estimada para esta etapa del proyecto asciende a U\$D232.000 por el vehículo (incluyendo gastos de patentamiento) más U\$D50.000 por el semirremolque con cisterna para líquidos criogénicos (incluyendo gastos de importación), lo que asciende a U\$D282.000 por unidad, o U\$D2.820.000 para las 10 plantas de generación de BioGL.

Como consecuencia de lo detallado, la inversión total estimada asciende a U\$D174.820 millones; podemos ver el detalle en la Figura 6.

Figura 6. Cotización de la propuesta

Etapas del proyecto	Cotización por unidad	Cotización total
10 plantas de producción de biogás con 10 biodigestores domo cada una	U\$D10,6 millones	U\$D106 millones
10 estaciones Cryobox-Bio de Galileo Technologies + planta ZPTS de acondicionamiento	U\$D6 millones	U\$D60 millones
10 surtidores Estación Inteligente Galileo Patagonia	U\$D600 mil	U\$D6 millones
10 camiones (Scania o Iveco) propulsado a GNL	U\$D232 mil	U\$D2,32 millones
10 semirremolques cisterna para líquidos criogénicos	U\$D50 mil	U\$D0,5 millones
Total	U\$D17,5 millones	U\$D175 millones

Fuente: elaboración propia.

Se estiman ingresos y costos operativos anuales con el fin de realizar el flujo de fondos y análisis de rentabilidad y establecer su viabilidad.

5. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

5.1. Los supuestos

La inversión se realiza en el año 1, estimándose en 6 meses el tiempo requerido para la construcción de las plantas de biodigestión, la instalación de las estaciones Cryobox-Bio y de los expendedores (incluyendo el cargado de los biodigestores), mientras que los 6 meses restantes son de producción al 100%. La vida útil del equipo de biodigestión, compresión y expendedor se estima en 30 años, mientras que la correspondiente a los camiones es de 10 años, renovándose las unidades en los años 11 y 21.

Los ingresos

En la Tabla 1 se valoriza el BGL producido con dos criterios; por un lado, a precios del GNL importado por Argentina, y por otro, se considera un precio de referencia para la comercialización de nuestro producto.

La estimación correspondiente al valor del BGL fue obtenida a partir de valorizar las cantidades producidas al precio pagado por la Secretaría de Energía, por el GNL importado en febrero de 2023, de U\$D20,8 por MMBtu (Argentina.gob.ar, 2023a). Ese valor no fue tenido en consideración en el análisis de rentabilidad. Por el contrario, se tomó como precio de referencia por la venta del litro de BGL, el precio del GNL en España.

Otro ingreso proviene de la venta del ahorro de emisiones de CO₂. No se tomó el ahorro de CO₂ correspondiente a los 40 vehículos abastecidos (ingresos que imputarán los transportistas); sólo se tomó en cuenta el ahorro de emisiones correspondiente a la unidad propia. Considerando la estimación presentada en la Figura 2, los 40 vehículos abastecidos reducirán un promedio de 8.915tCO₂ anuales, significando una reducción anual de 89.150tCO₂ a nivel regional.

Valorizando el carbono ahorrado (Figura 2), asciende a U\$D808.835, lo que a nivel regional significa U\$D8.088.350, por la puesta en funcionamiento de las 10 plantas proyectadas de producción y venta de BGL.

A continuación, se describen los supuestos correspondientes a los ingresos del flujo de fondos.

El precio del BioGNL

Con la finalidad de establecer un precio internacional del GNL que funcione como referencia para determinar cuál será utilizado en el análisis, se consideró adecuado utilizar los precios internos de las provincias españolas (rescatado de la tarifa dada por los puntos de carga de combustible hacia los consumidores), para así, finalmente realizar un promedio de estos y obtener el resultado a tener en cuenta.

El criterio para considerar que provincias incorporar, se basó en seleccionar la capital de cada Comunidad Autónoma, y a partir de allí, establecer la provincia de la cual se considerará el precio³. La lista de provincias españolas según Comunidades Autónomas puede consultarse en el Anexo.

³ En caso de que la provincia no cuente con un precio registrado en la fuente a utilizar, se descartará su uso y se procederá con el promedio del resto de las provincias que si presenten un precio.

De esta manera, ya conociendo las provincias con las que continuará el proceso de análisis, se procederá a presentar los precios del GNL (por litro) respectivos a cada una de éstas, valuados en euros (Figura 7 y Anexo).

Figura 7. Precios del GNL según provincias españolas. Euros por litro

Sevilla	€ 0,94
Zaragoza	€ 0,94
Asturias	€ 0,94
Islas Baleares	-
Canarias	-
Canarias	-
Cantabria	-
Toledo	€ 0,96
Valladolid	-
Barcelona	€ 0,92
Valencia	€ 0,93
Badajóz	€ 0,94
La Coruña	€ 0,94
La Rioja	-
Madrid	€ 0,92
Murcia	€ 0,93
Navarra	€ 0,91
Álava	€ 0,93
Ceuta	-
Melilla	-



Leyenda: precios de GNL por litro respectivos a cada Provincia española seleccionada. Cuando el precio se ve simbolizado con “-“, no cuentan con un precio referencial publicado en la fuente utilizada.

Fuente: elaboración propia a partir de Observatorio Precios (2023); Instituto Geográfico Nacional (2023) y Junta de Castilla y León (2023).

Ya conociendo los precios referenciales a cada Comunidad Autónoma, se procedió a calcular un precio promedio, el cual se situó en €0,933 litro de GNL. Al realizar la conversión de este valor a moneda dólar estadounidense (a fecha del 09/08/2023), cuya tasa de conversión es a €/USD1,0980 (Google Analytics, 2023), se obtuvo un resultado equivalente a USD1,024 litro de GNL.

El valor del ahorro de emisiones de CO₂

Considerando la estimación presentada en la Figura 2, cada planta de biogás reducirá un promedio de 9.138tCO₂ anuales, considerando los 40 camiones abastecidos y el utilizado para la distribución del BGL al punto de comercialización, significando una reducción anual de 91.380tCO₂ a nivel país.

Valorizando el carbono ahorrado, según se observa en la Figura 2, por el suministro de una planta de producción de BGL asciende USD829.056, lo que a nivel nacional significa USD8.290.560, por

puesta en funcionamiento de las 10 plantas de producción y venta de BGL, incluyendo el vehículo de distribución.

Costos laborales

La mano de obra requerida mensualmente para operar los 10 biodigestores de cada planta es de 15 peones rurales en forma permanente, esto es, 3 turnos diarios, que fueron valorizados al salario bruto del peón rural de \$141.604,56 en julio 2023 (MTEySS, 2023), más cargas sociales (28%), aguinaldo (8,33%), ART y otras cuestiones sindicales (4%), totalizando \$198.713,68 por trabajador. Asimismo, se requiere el trabajo de profesionales estimado en 1.000 horas profesionales mensuales, que fueron valorizadas en \$9.411, surgidos de valorizar 30 agros/hora (honorarios del Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Santa Fe 1ª Circ. (2023), al valor 1 litro de gasoil/agro, estimado en \$313,70, correspondiente al promedio nacional del combustible de grado 3 en surtidores (Argentina.gob.ar, 2023b).

La generación de GNL es monitoreada por el servicio SCADA brindado por Galileo Technologies, cuyo costo anual se estimó en el 1,5% de la inversión en el equipo Cryobox-Bio, por lo que no se considera requerimiento de mano de obra. Tampoco se incluye este costo específico de la venta de BGL, por considerar incluido en el canon pagado a las estaciones de servicio de GNC, supuesto en el 15% de las ventas de combustible.

Para el transporte del biocombustible de la planta de producción al punto de comercialización se considera el trabajo de 2 choferes, cuyo salario bruto asciende a \$167.340 en agosto 2023 (Sindicato de Choferes de Camiones, 2023), más cargas sociales (28%), aguinaldo (8,33%), ART y otras cuestiones sindicales (4%), totalizando \$234.828,22 por trabajador.

Costos operativos

Respecto de los costos operativos anuales, se estimaron en el 3% de la inversión de cada etapa, esto es, biodigestores, compresor de GNL, expendedor y vehículo para la distribución.

Costos financieros

Para financiar la inversión se tomó como supuesto la obtención de un préstamo a pagar en 10 años, sin período de gracia, lo que significa que la primera devolución del principal se efectúa en el año 2. La tasa nominal anual se estimó en el 9%, correspondiente a la pagada por obligaciones negociables emitidas por YPF (Invertir online, 2023). Para la renovación del camión, vencidos los 10 años de vida útil, no se consideró financiamiento externo.

Impuestos

Se considera una alícuota del 30% (máxima) para el Impuesto a las Ganancias. Se adoptó la amortización acelerada prevista en el proyecto de ley, en nuestro caso, de 15 años en cuotas iguales y consecutivas. El impuesto determinado se abona al año siguiente, es decir, a partir del año 2 y no se consideró anticipos a pagar para la determinación del impuesto del siguiente año. En el año 30 se imputó el Impuesto a las Ganancias correspondiente a los años 29 y 30.

No se incluyó el pago del Impuesto a los Ingresos Brutos suponiendo que será grabado a tasa 0%; tampoco el pago de IVA suponiendo que en el período completo no generaremos impuesto a pagar.

Años	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ingresos de referencia										
Valorando a precios del GNL impuesto	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31	\$4.308.087,971,31
Ahorro de emisiones CO2 (40 camiones)	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00	\$808.835,00
Ingresos										
Venta de GNL: USD 1,024 por litro	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40	\$10.635.622,40
Venta de Reducción de emisiones de CO2s	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00	\$20.221,00
Ingresos Totales	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40	\$10.655.843,40
Egresos por producción Biogas										
Costos operativos	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00	-\$317.514,00
Costos mano de obra	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25	-\$744.045,25
Servicios Financieros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Egresos Biogas	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25	-\$1.061.559,25
Planta Biogas										
Egresos por producción GNL										
Costos operativos	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00	-\$180.000,00
Costos SCADA	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00	-\$90.000,00
Servicios Financieros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Egresos GNL	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00	-\$270.000,00
Planta Estación GNL										
Egresos por Comercialización GNL										
EXPENDEDEROS										
Costos operativos	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00	-\$18.000,00
Canon a Estaciones GNL (15%)	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36	\$1.595.343,36
Servicios Financieros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Egresos Expendedidos GNL	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36	\$1.577.343,36
Planta Expendedidos										
DISTRIBUCIÓN Planta - Expendedor										
Costos operativos	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00	-\$8.400,00
Costos mano de obra	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13	-\$10.040,13
Servicios Financieros	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Egresos Distribución GNL	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13	-\$18.440,13
Planta Distribución (carrión-cisterna)										
Subtotal: ingresos - egresos										
	\$10.592.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38	\$10.874.127,38
Impuesto a las Ganancias										
	-\$3.262.238,21	-\$3.177.638,21	-\$3.262.238,21	-\$3.262.238,21	-\$3.262.238,21	-\$3.262.238,21	-\$3.262.238,21	-\$3.262.238,21	-\$3.262.238,21	-\$6.524.476,42
Total: ingresos - egresos - impuestos										
	\$7.329.889,17	\$7.696.489,17	\$7.611.889,17	\$7.611.889,17	\$7.611.889,17	\$7.611.889,17	\$7.611.889,17	\$7.611.889,17	\$7.611.889,17	\$4.349.650,95
Inversión Inicial / recuperación Distribución										
Desvolución Plantas	-\$282.000,00									
Flujo de fondos ajustado										
	\$159.884.708,41	\$147.081.197,57	\$154.093.086,74	\$162.304.975,90	\$169.916.865,07	\$177.528.754,24	\$185.140.643,40	\$192.752.532,57	\$200.364.421,73	\$204.714.072,69

Leyenda: toma de valor del tipo de cambio nominal \$/USD297 (BCRA, 2023). Tasa de descuento para el cálculo del VAN 30%.

Fuente: elaboración propia a partir de los supuestos efectuados e informados en el ítem 4.1.1.

Los resultados

Partiendo de una inversión inicial de USD17.465.800 por planta de biogás-BGL, el VAN del flujo de fondos a 30 años es positivo, de USD39.348.543, lo que indica la viabilidad del proyecto, dado que, en valores actuales, el flujo de ingresos menos egresos, restando luego la inversión inicial y el pago del crédito y los servicios financieros, refleja ganancias. Con las condiciones del financiamiento consideradas en la propuesta de inversión, el saldo anual es siempre positivo. La TIR fue estimada en el 36% de la inversión. Se calcula el recupero de la inversión para el año 4, esto es, a los 3 años y 6 meses de puesta en marcha planta.

6. CONCLUSIONES

La oportunidad del aprovechamiento de residuos de origen agropecuario para aplicar a la generación de biogás y biofertilizante se encuadra tanto en la necesidad de autoabastecimiento energético del país, como en la ventaja derivada de la sustitución de importaciones (energéticas y de insumos agropecuarios), a la par de lo referente al agregado de valor y empleo en el ámbito rural, contribuyendo al crecimiento y desarrollo sostenible. En este sentido, Argentina se ha comprometido internacionalmente con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, debiendo hacer su contribución para dar una solución al problema del cambio climático.

En 2021 se redujo temporariamente el corte obligatorio de gasoil con biocombustibles al 5%, dejando abierta la oportunidad para disminuirlo hasta el 3% por razones económicas (precio o escasez del biodiésel). Esto fue en detrimento del cumplimiento de los compromisos

internacionales asumidos por el país en materia ambiental. En este sentido, el desarrollo de proyectos como los propuestos contribuye a acercarse al cumplimiento de las metas acordadas. Finalmente, en junio de 2022, se revirtió la medida, estableciéndose el corte de biodiésel obligatorio para el gasoil en 12,5%. La decisión permitió simultáneamente, incrementar el abastecimiento de gasoil, favoreciendo al sector agrario.

A partir de 2022, la transformación de residuos en energía se vio realizada por la incertidumbre del contexto internacional, donde se impuso la preocupación generada por el conflicto entre Rusia y Ucrania. Adicionalmente, Rusia y Ucrania son oferentes en el mercado internacional de fertilizantes, posicionándose el precio del agroinsumo en niveles récord (López Calvo, 2022).

Respecto de los biodigestores, cabe indicar que, como alternativa al residuo de cosecha, también pueden ser alimentados con silaje de maíz o sorgo, por ejemplo, cuando ya no esté en condiciones de utilizarse como alimento para el ganado.

Un problema referido actualmente por especialistas del sector es el deterioro precoz de los motores, cuando la conversión no se hizo de forma adecuada; los motores averiados requieren ser separados del proceso productivo, elevando los costos de mantenimiento contemplados originalmente, a sabiendas de que la tecnología hasta el momento es totalmente importada. En este caso, es importante contemplar que, si la conversión de biogás a energía resulta muy costosa, de manera que los motores consumen cantidades mayores a las que generan, la propuesta podría volverse inviable.

A partir de la construcción del flujo financiero del proyecto de generación de biogás y su transformación a BGL, del cálculo de rentabilidad, se pudo establecer el VAN y la TIR, para constatar su viabilidad financiera. La propuesta evaluada resultó viable, con un tiempo de recupero de la inversión en el año 4, permitiendo el aprovechamiento moderno de la biomasa y la transformación de pasivos ambientales en valor agregado y empleo, de manera sustentable, mostrando respeto hacia las generaciones futuras.

La posibilidad de integrarse al transporte regional de carga, de larga distancia, de una manera más sustentable, contribuiría no sólo a solucionar el problema recurrente de faltante de gasoil en Argentina, tanto para el procesamiento como el traslado de la producción agropecuaria, sino también a la mitigación de los efectos del cambio climático y el cumplimiento de los compromisos internacionales ya asumidos por el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AFIP (27 de diciembre de 1973). *Artículo 20 - Exenciones Ley de Impuesto a las Ganancias*. Recuperado de:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/40000-44999/44911/texact.htm>
- Alibaba.com (24 de agosto de 2023a). Recuperado de:
<https://spanish.alibaba.com/f/semi-trailer-criogenico.html>
- Alibaba.com. (24 de agosto de 2023b). Recuperado de:
<https://spanish.alibaba.com/g/lng-cryogenic-tank.html>
- Argentina.gob.ar (10 de febrero de 2023a). *Argentina se aseguró el gas para el invierno con un ahorro demás de 2100 millones de dólares*. Recuperado de:
<https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-se-aseguro-el-gas-para-el-invierno-con-un-ahorro-de-mas-de-2100-millones-de-0>

- Argentina.gob.ar (8 de agosto de 2023b). *Secretaría de Energía*. Recuperado de: <http://datos.energia.gob.ar/dataset/1c181390-5045-475e-94dc-410429be4b17/archivo/80ac25de-a44a-4445-9215-090cf55cfda5>
- Barreña, M., & Knoll, P. (2023). Transformación de desechos agrícolas en energía: estado actual y potencial de Argentina. *RIVAR. Universidad de Santiago de Chile. Vol.10 N°30 (2023)*, 160-190.
- Barreña, M., Catalano, R., Paoloni, G., & Sierra, J. (2023a). Uso de Biogás Licuado en el transporte de larga distancia de la producción de la PyME agropecuaria argentina. Potencial de producción y un análisis de rentabilidad. *Perspectivas: Revista Científica de la Universidad de Belgrano. Vol. 6 Núm 1*, 72-93.
- Barreña, M., Catalano, R., Caña, M., Paoloni, F., Paoloni, G., & Sierra, J. (2023b). Pasivos puestos en valor. Aprovechamiento de desechos agropecuarios para la producción de biogás, energía eléctrica, biofertilizantes y biogás licuado. Potencial de producción de Argentina y análisis de rentabilidad. En M. Ramos & C. Romero, *Avances sobre el estudio de energías sostenibles en el escenario post COVID-19*". CABA: MESi-IIIEP FCE-UBA.
- BCRA (8 de agosto de 2023). *Resultado del Tipo de Cambio Minorista*. Obtenido de [bcra.gob.ar/](https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Tipo_de_cambio_minorista_2.asp): https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Tipo_de_cambio_minorista_2.asp
- Biogás Argentina. (2017). *Establecimiento Bioenergético "Feedlot COMESA"*. Transformando Pasivos Ambientales en Activos Energéticos. UBA emprende. incUBAagro.
- CEPAL (2019). *Evaluación e implementación de proyectos de biodigestores en El Salvador, LC/MEX/TS.2019/26*. Ciudad de México: CEPAL.
- Ceriotto, L. (27 de 10 de 2020). Scania busca instalar "corredores azules" y vender camiones propulsados a GNL. *Clarín*.
- Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Santa Fe 1A Circ. (08 de agosto de 2023). *Ciasfe1*. Recuperado de: <https://www.ciasfe1.org/website/valores-vigentes/>
- Galileo Technologies (19 de julio de 2023). *Estación Inteligente Galileo Patagonia*. Recuperado de: <https://www.galileoar.com/patagonia-es/>
- Galileo Technologies (22 de febrero de 2023). *Nuevo Gasoducto Virtual(TM) de GNL operado por Galileo Technologies en Argentina*. Recuperado de: <https://www.galileoar.com/nuevo-gasoducto-virtual-de-gnl-operado-por-galileo-technologies-en-argentina/>
- Galileo Technologies (19 de julio de 2023). *Yo cargo GNL Galileo Technologies*. Recuperado de: <https://yocargognl.com/>
- Galileo Technologies (27 de junio de 2023). *Yo cargo GNL-Galileo Technologies*. Recuperado de: https://yocargognl.com/el-gnl/#tabs_custom|1
- Gas Equipment (24 de agosto de 2023). Recuperado de: <http://ck-gasequipment.com/4-3-cryogenic-semi-trailer-tanker/166497/>
- Gas Equipment (24 de agosto de 2023). Recuperado de: <http://ck-gasequipment.com/4-4-mobile-cryogenic-tank/166498/>
- Genia Bioenergy (23 de agosto de 2022). *Genia Bioenergy*. Recuperado de: <https://geniabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/09/2021-folleto-upgrading-genia-global-energy.pdf>
- Google Analytics (9 de agosto de 2023). *De Euro a Dólar estadounidense*. Recuperado de: <https://www.google.com/finance/quote/EUR-USD>
- Google Maps (23 de agosto de 2023). Recuperado de:

<https://www.google.com/maps/search/mapa+CABA,+Bah%C3%ADa+Blanca,+Santa+Rosa+La+Pampa,+Mendoza,+Z%C3%A1rate,+Pasos+de+los+Libres,+Rosario,+C%C3%B3rdoba,+Santa+Fe+capital+y+Resistencia+Chaco/@-33.4398364,-64.9363212,5.5z?entry=ttu>

Instituto Geográfico Nacional (8 de agosto de 2023). *Instituto Geográfico Nacional*. Recuperado de: https://www.ign.es/espmap/mapas_org_eso/OrgESO_Mapa_08.htm

Invertir online (9 de agosto de 2023). *Tasa de Obligaciones Negociables. Informe al 27 de junio de 2023*. Recuperado de: <https://www.invertironline.com/posts/reportes/ie-portafolio-simples-15032023>

Investing.com (20 de junio de 2023). Recuperado de: <https://es.investing.com/currencies/eur-usd-historical-data>

Junta de Castilla y León (23 de agosto de 2023). *Conoce Castilla y León*. Recuperado de: <https://conocecastillayleon.jcyl.es/web/es/geografia-poblacion/poblacion.html>

López Calvo, L. (11 de abril de 2022). El precio de los fertilizantes en máximos históricos: qué significa para la economía. *Cronista*. Recuperado de: <https://www.cronista.com/economia-politica/el-precio-de-los-fertilizantes-en-maximos-historicos-que-significa-para-la-economia/>

Michelin (20 de junio de 2023). *Michelin*. Recuperado de: <https://connectedfleet.michelin.com/es/blog/calcular-emisiones-de-co2>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (20 de junio de 2023). *Inventario Nacional de GEI y Monitoreo de Medidas de Mitigación*. Recuperado de: <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/resultados>

MTEySS (22 de junio de 2023). Resolución CNTA-122-2023 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. CABA, Argentina.

Observatorio Precios (9 de agosto de 2023). *Observatorio Precios*. Recuperado de: <https://combustibles.observatorioprecios.com/gnl/>

PEN (28 de mayo de 2023). Proyecto de Ley Promoción del Gas Natural Licuado. *Proyecto de Ley Promoción del Gas Natural Licuado*. CABA, Argentina.

Sendeco2 (9 de agosto de 2023). *Precios CO2*. Recuperado de: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>

Sindicato de Choferes de Camiones. (8 de agosto de 2023). Convenio Colectivo de Trabajo 40/89 Planilla N°212. *Convenio Colectivo de Trabajo 40/89 Planilla N°212*. CABA, Argentina: www.camioneros.org.ar.

Surtidores (29 de agosto de 2019). *Se presentaron los corredores donde se instalarán las primeras Estaciones de Servicio de GNL*. Recuperado de: <https://surtidores.com.ar/se-presentaron-los-corredores-donde-se-instalaran-las-primeras-estaciones-de-servicio-de-gnl/>

Anexo

1. Cotizaciones

Semirremolques cisterna para GNL (Alibaba.com, 2023a):

U\$D40.000. Capacidad: 30m³. Nuevo. En: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Factory-62436917101.html?spm=a2700.8699010.29.2.755c16a1uwDN40>

U\$D70.000. Capacidad: 52,6m³. Nuevo. En: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/cimc-1600188688086.html?spm=a2700.8699010.29.7.755c16a1uwDN40>

U\$D60.500. Capacidad: 52,6m³. Nuevo. En: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/3axles-1600163680664.html?spm=a2700.wholesale.0.0.e751214197vXrz>

U\$D26.000. Capacidad: 52,6m³. Usado. En: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/52.6-1600295796218.html?spm=a2700.8699010.29.192.755c16a1uwDN40>

U\$D16.000. Capacidad: 55m³. Usado. En: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/55cbm-1600202870527.html?spm=a2700.8699010.29.107.755c16a1uwDN40>

Tanque criogénico portátil para GNL (Alibaba.com, 2023b):

U\$D24.600. Capacidad: 20m³. Nuevo. En: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/20m3-1600885398340.html?s=p>

2. Precio del GNL en España

Provincias españolas según Comunidades Autónomas

Comunidad Autónoma	Capital	Provincia
Andalucía	Sevilla	Sevilla
Aragón	Zaragoza	Zaragoza
Asturias	Oviedo	Asturias
Baleares	Palma de Mallorca	Islas Baleares
Canarias	Santa Cruz de Tenerife	Canarias
Canarias	Las Palmas de Gran Canaria	Canarias
Cantabria	Santander	Cantabria
Castilla la Mancha	Toledo	Toledo
Castilla y León	Valladolid	Valladolid
Cataluña	Barcelona	Barcelona
Comunidad Valenciana	Valencia	Valencia
Extremadura	Mérida	Badajóz
Galicia	Santiago de Compostela	La Coruña
La Rioja	Logroño	La Rioja
Comunidad de Madrid	Madrid	Madrid
Comunidad Murciana	Murcia	Murcia
Navarra	Pamplona	Navarra
País Vasco	Victoria	Álava
Ceuta (Ciudad Autónoma)	Ceuta	Ceuta
Melilla (Ciudad Autónoma)	Melilla	Melilla

Leyenda: esta tabla muestra la Provincia a la que pertenece la Capital de cada Comunidad/Ciudad Autónoma española. Debido a la falta de especificación de la capital de Castilla y León, se le asignó como ciudad referencial Valladolid por ser la provincia con mayor población.

Fuente: elaboración propia a partir del Instituto Geográfico Nacional (2023) y la Junta de Castilla y León (2023).

Precio del GNL por capital de Comunidad Autónoma de España. Euro y dólar por litro

Comunidad Autónoma	Capital	Provincia	Precio GNL (por litro)
Andalucía	Sevilla	Sevilla	€0,939
Aragón	Zaragoza	Zaragoza	€0,939
Asturias	Oviedo	Asturias	€0,939
Baleares	Palma de Mallorca	Islas Baleares	-
Canarias	Santa Cruz de Tenerife	Canarias	-
Canarias	Las Palmas de Gran Canaria	Canarias	-
Cantabria	Santander	Cantabria	-
Castilla la Mancha	Toledo	Toledo	€0,959
Castilla y León	Valladolid	Valladolid	-
Cataluña	Barcelona	Barcelona	€0,924
Comunidad Valenciana	Valencia	Valencia	€0,929
Extremadura	Mérida	Badajóz	€0,939
Galicia	Santiago de Compostela	La Coruña	€0,939
La Rioja	Logroño	La Rioja	-
Comunidad de Madrid	Madrid	Madrid	€0,919
Comunidad Murciana	Murcia	Murcia	€0,929
Navarra	Pamplona	Navarra	€0,909
País Vasco	Victoria	Álava	€0,929
Ceuta (Ciudad Autónoma)	Ceuta	Ceuta	-
Melilla (Ciudad Autónoma)	Melilla	Melilla	-
Precio promedio			€0,929
Precio promedio			USD1,024

Leyenda: cotización dólar estadounidense a euro (al 09/08/2023): €/USD1,0980 (Google Analytics, 2023).

Fuente: elaboración propia a partir de Observatorio Precios (Observatorio Precios, 2023), Instituto Geográfico Nacional (2023) y la Junta de Castilla y León (2023).