

# **BIOENERGÍA COMO MOTOR DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Tesis de la Maestría Interdisciplinaria en Energía**

**28/01/2018** Actualizado el 1/12/2020

**CEARE - UBA**

**Autor: Ing. Santiago Tiphaine**

**Director de Tesis: Ing. Gustavo Zubizarreta**

## Contenido

Introducción .....	5
Bioenergías, definiciones y antecedentes.....	7
Definición de Bioenergía .....	7
Tecnologías con Potencial de Desarrollo en Buenos Aires .....	7
Historia de las tecnologías .....	9
Biodiesel .....	9
Biogás .....	11
Antecedentes Nacionales y Provinciales.....	17
Potencial de Desarrollo en Buenos Aires .....	22
Biodiesel: oportunidad de reactivar la capacidad ociosa.....	22
Relevamiento de la Capacidad Ociosa de Aceiteras .....	22
Capacidad Ociosa de plantas de Biodiesel .....	28
Demanda de Gasoil para Moto-Generación reemplazable por biodiesel.....	31
Demanda de Gasoil del sector Agropecuario bonaerense.....	34
Biogás: Oportunidad para el tratamiento de residuos pecuarios intensivos.....	35
Distribución geográfica de explotaciones pecuarias intensivas.....	36
Estimación del potencial de generación de biogás .....	41
Análisis de sustentabilidad .....	46
Economía: BIOENERGÍAS en un modelo de Economía Circular .....	46
Valor agregado de la industrialización de la soja para producir biodiesel.....	52

Valor agregado del biogas para reemplazo de GLP y Generación eléctrica .....	52
Ambiente: obligaciones y beneficios.....	58
Compromisos Internacionales.....	58
Beneficios Ambientales de las Bioenergías.....	59
Sociedad: Generación de empleo e industrialización .....	63
Oportunidades y limitaciones de las Bioenergías .....	65
Casos en los que el precio del biocombustible es menor al combustible fósil.....	65
Oportunidad para el desarrollo de Tecnología nacional.....	74
Limitaciones del Biodiesel .....	75
Limitaciones del Biogás .....	76
Propuestas de Promoción de Bioenergías .....	79
Biogás .....	79
Licitaciones de Biometano para el corte nacional .....	79
Licitaciones de proyectos municipales.....	79
Venta de Biogás en redes de distribución aisladas y habilitación de obras.....	82
Parques o zonas industriales sin acceso al gas natural .....	84
Programa de autoconsumo.....	85
Biodiesel.....	86
Puesta en valor de la capacidad ociosa de plantas de biodiesel y extrusoras para la generación de energía eléctrica .....	86
Fomento de nuevas plantas de extrusión + biodiesel para autoconsumo de cooperativas agropecuarias.....	86
ANEXOS: Evaluaciones de proyecto de casos prácticos.....	87

Biodiesel para Autoconsumo Transporte Publico .....	87
Biogás en remplazo de Propano ESuelas.....	89
Biogas en reemplazo de propano: Porcicolas .....	92
Biogás en reemplazo de Propano y Biodiesel: Avícolas .....	94
Conclusiones .....	95
Bibliografía .....	96

## INTRODUCCIÓN

La producción de bioenergías es una alternativa viable para abastecer el déficit energético de localidades de la Provincia, y a su vez dar un destino a los residuos sólidos orgánicos, reducir emisiones de gases de efecto invernadero, generar empleo con mano de obra local, entre otras. La biomasa es un gran recurso para el desarrollo local a disposición de la Provincia. El mayor aporte del trabajo es el de identificar oportunidades concretas para el desarrollo de las bioenergías, biogás y biodiesel, en el territorio bonaerense. Se explicará la conveniencia de la incorporación del biogás en reemplazo del GLP, tanto en localidades aisladas como en producciones pecuarias intensivas, y se demostrará la conveniencia de la utilización de biodiesel en reemplazo de gasoil siempre que sea destinado al autoconsumo. Finalmente se recomendarán líneas de acción concretas para poder materializar las oportunidades que se identificaron, con el fin de beneficiar a la Provincia con las bondades de las tecnologías (sociales, económicas y ambientales).

La producción de biogás permite, reducir las emisiones gaseosas, disminuir la contaminación de aguas subterráneas por infiltración, desplazar fuentes de energías más nocivas con el ambiente, y utilizar el digerido como abono orgánico natural desplazando el uso de bosta fresca como abono (y los riesgos de salubridad que ello implica) y reduciendo el uso de fertilizantes químicos.

El uso de biocombustibles líquidos y gaseosos en reemplazo de combustibles convencionales reduce las emisiones de carbono a la atmósfera y resulta económicamente conveniente para autoconsumo con los precios actuales del combustible. El desarrollo de estas tecnologías implicaría la industrialización del sector agropecuario, el aumento del volumen de dinero que circula en la provincia, la generación de mano de obra local, la realización de trabajos de ingeniería y fabricación de equipos específicos de la tecnología y la creación de un mercado de libre competencia que permitiría mejorar la distribución de las riquezas.

Además, la generación de biocombustibles para su propio consumo en sitios cercanos generaría un gran ahorro a nivel nacional en mantenimiento de rutas por la reducción del volumen de combustibles fósiles transportados a los puntos de consumo, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y los costos de operación y mantenimiento.

Otra realidad es que muchos municipios de la Argentina y en particular en la Provincia de Buenos Aires, tienen dificultades para ampliar sus polos industriales por falta de disponibilidad de energía. Esta problemática se da principalmente por el diseño de las líneas de transporte de extra-alta tensión (500 KVA), las cuales fueron diseñadas para transportar la electricidad de grandes focos de generación, como centrales hidroeléctricas, a grandes focos de consumo, como por ejemplo Capital Federal. El crecimiento demográfico de la Ciudad de Buenos Aires y el crecimiento industrial llevó a que ciertos tramos de las líneas de transporte se encuentren cercanas a sus potencias máximas admisibles. Para optimizar el suministro eléctrico, se desarrollaron nuevas plantas de generación termoeléctrica más cercanas a la Ciudad de Buenos Aires y centros de consumo principales, lo cual implica mayores costos en transporte de gas de red a las centrales termoeléctricas y la sobrecarga de las líneas de alta y extra-alta tensión en las zonas cercanas a la Capital Federal, afectando a gran parte del territorio bonaerense. En aquellas zonas donde no existe la disponibilidad de gas natural para la generación u otro limitante técnico, se han instalado generadores eléctricos a gasoil. En la actualidad existen 600 MW de potencia instalada de generadores a gasoil en la Provincia de Buenos Aires.

La generación de energía eléctrica a partir de biogás o biodiesel permitiría solucionar este problema desde el punto de vista técnico.

Por otro lado, la falta de suministro de gas de red es una problemática común en el territorio bonaerense, donde muchos habitantes deben comprar GLP en garrafas, tanques o “chanchas” para reemplazarlo, lo cual implica elevados costos para aquellos habitantes más vulnerables económicamente. Esta problemática se replica en industrias, donde se dificulta que prosperen en la provincia por el elevado costo del GLP en comparación con el gas de red, impidiendo la radicación de grandes empresas en zonas de alto potencial de desarrollo. Por otro lado, el biogás o biometano, podrían ser alternativas de desarrollo industrial, en la cual se genere el gas necesario en industrias a partir de los residuos que las mismas generan, atendiendo dos problemáticas de una vez.

Más aún, la energía proveniente de compuestos orgánicos tiene la ventaja de ser una fuente almacenable de energía sin necesidad de incurrir al desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía eléctrica. Esto permite disponer de la energía en el momento en la que sea requerida, independientemente de la hora del día o de condiciones climáticas. En niveles generales, las fuentes de generación de bioenergía podrían encontrarse en sitios cercanas a pequeños o medianos focos de consumo y representar una solución factible de

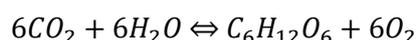
generación de energía distribuida, haciendo viable suministrar con potencia firme a nuevos desarrollos industriales aislados de las redes de electricidad y gas o complementándolos para permitir su crecimiento.

## BIOENERGÍAS, DEFINICIONES Y ANTECEDENTES

### DEFINICIÓN DE BIOENERGÍA

La bioenergía es la energía generada por materia prima de origen biológico, conocidas también como recursos biorenovables. Estas materias primas son conocidas como biomasas que comprenden distintos cultivos entre los cuales se encuentran aquellos cultivos ricos en almidón (por ejemplo, maíz y sorgo), cultivos ricos en azúcar (como remolacha azucarera, caña de azúcar), oleaginosas (soja, canola, girasol), lingoceulosicos (residuos forestales, residuos de poda, cultivos forestales, residuos aserraderos, etc), residuos orgánicos (estiércol animal, residuos industriales, residuos agropecuarios, residuos de comida, barros de plantas cloacales)

La Biomasa proviene de la fotosíntesis vegetal, donde gracias al aporte energético del sol absorbe el carbono proveniente del  $CO_2$  presente en el aire circundante u otras sustancias simples. Las plantas, mediante reacciones químicas en las células, toman  $CO_2$  del aire y lo transforman en sustancias orgánicas:



Estos procesos de conversión son reacciones endotérmicas que transforman en energía química a la energía solar, la cual se acumula en diferentes compuestos orgánicos (azúcares, polisacáridos, grasas), y que puede ser aprovechada en forma inversa, siendo la reacción de oxidación, una reacción exotérmica cuyo aporte energético puede ser aprovechado en distintas tecnologías.

### TECNOLOGÍAS CON POTENCIAL DE DESARROLLO EN BUENOS AIRES

La Provincia de Buenos Aires se caracteriza por ser rica en recursos agropecuarios. Su economía se basa en un modelo agro-exportador donde la industria para la transformación de materias primas no se encuentra del todo desarrollada. Dentro de las distintas producciones agrícolas, se destacan por su participación, las producciones de soja y maíz.

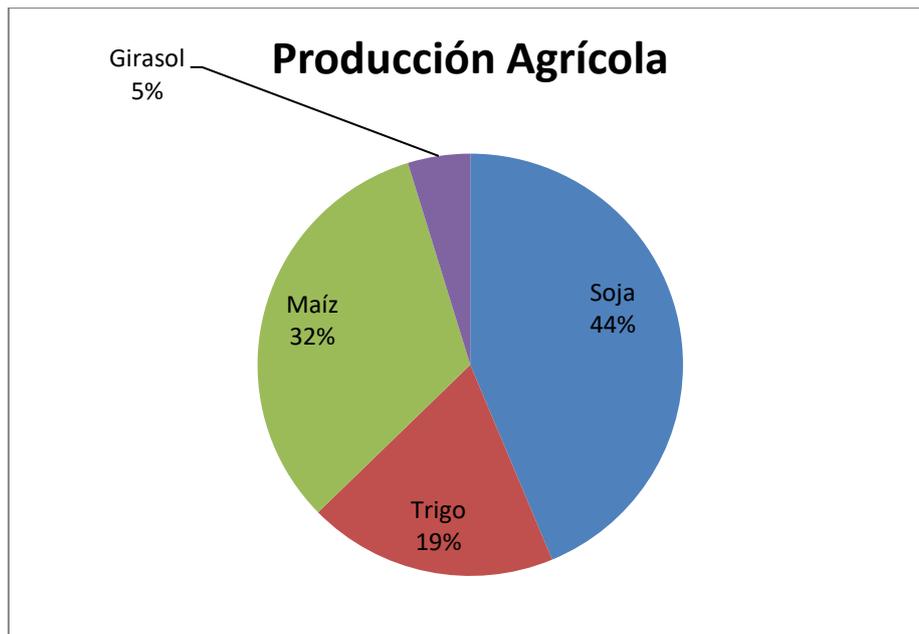


Ilustración 1 - Producción PBA campaña 2016/17

Esta información nos conduce a evaluar las posibilidades de agregar valor a la soja y el maíz, desprendiéndose de ellos la posibilidad de generar biocombustibles como el biodiesel a partir de la soja y bioetanol a partir del maíz. Cabe mencionar que ambas industrias de agregado de valor conllevan el aprovechamiento de los subproductos generados para la elaboración de los biocombustibles, lo cual nos sumerge en el potencial de desarrollar bio-refinerías que a su vez generan un gran valor agregado. En este trabajo nos concentraremos especialmente en la soja.

Por otro lado, la producción animal se encuentra en constante crecimiento, siendo la producción bovina la de mayor influencia en la zona.

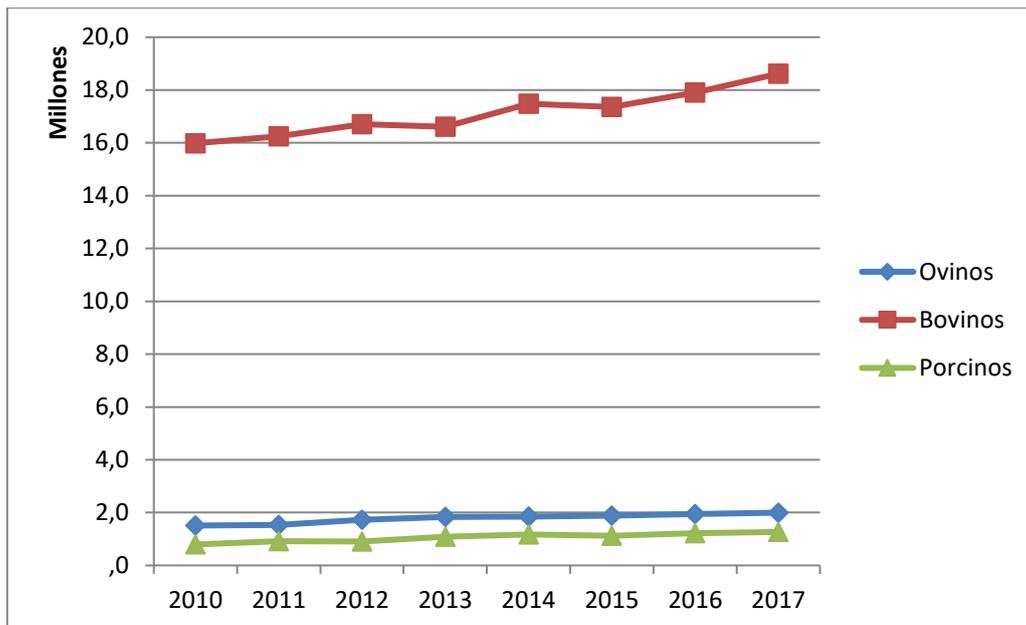


Ilustración 2 - Stock histórico en cabezas

Como se puede ver, el stock bovino es de gran relevancia en la Provincia de Buenos Aires, lo que a su vez está relacionado con una gran cantidad de industrias que derivan del procesamiento de estos alimentos como mataderos, frigoríficos, tambos, etc.

Teniendo en cuenta el potencial de desarrollo en la Provincia de Buenos Aires, el presente trabajo hará foco principalmente en dos tecnologías bioenergéticas, en el biodiesel y el biogás.

## HISTORIA DE LAS TECNOLOGÍAS

### BIODIESEL

El biodiesel comienza a producirse en la década de 1890 cuando el ingeniero alemán Rudolf Diesel inventa el conocido motor Diesel que tenía una ventaja sobre su homólogo de gasolina, ya que tenía la capacidad de funcionar con combustibles derivados de una variedad de fuentes, incluido el aceite vegetal. Ya en la Exposición de París de 1900 se exhibió un motor diésel que funciona con aceite de cacahuete.

Este motor se alimentaba de biodiesel que es el combustible producido por un proceso conocido como trans-esterificación. Al estimular una reacción química en un aceite vegetal, ya sea de un cultivo especialmente desarrollado o de desechos comerciales, la materia prima se convierte en

un combustible que puede alimentar motores Diesel. Las grasas animales también se pueden usar en este proceso.

El aceite de girasol, canola y soja son algunas de las materias primas más comunes para el biodiesel. Producir cultivos para biocombustibles es una industria con un gran potencial, pero tradicionalmente los costos productivos fueron un factor limitante para su expansión. Sin embargo, a pesar de la fluctuación del precio de la soja y el subsidio a combustibles fósiles, la elevada carga impositiva del combustible hizo de éste un mercado competitivo pudiendo ubicarse el costo del biodiesel por debajo del precio de venta al público de gasoil.

En la actualidad la Argentina se ha posicionado entre los primeros productores de biodiesel a nivel mundial consiguiendo una calidad de combustible que cumple con exigencias de mercados internacionales como Estados Unidos y Europa. A su vez, el valor del biodiesel argentino es considerablemente menor que el producido en el resto del mundo por lo que se han realizado diversos estudios anti-dumping para limitar las exportaciones de biodiesel ya que los países importadores consideraron que tendría que haber algún incentivo nacional para poder conseguir los precios que estaban consiguiendo. Sin embargo, ninguna de estas denuncias pudo probarse y hoy el mercado europeo sigue comprando biodiesel argentino. El motivo de estas ventajas competitivas del biodiesel argentino es el bajo valor nacional de la soja, ya que las retenciones a la exportación de este producto hacen que el valor interno del mismo sea considerablemente menor que el resto del mundo.

A modo de síntesis, el biodiesel argentino cumple con las más exigentes normas de calidad a nivel internacional, con precios sumamente competitivos a nivel mundial y costos considerablemente menores que el precio de venta en surtidor dentro del país. De este segundo mercado, el reemplazo de gasoil nacional, se desprenden oportunidades de negocio concretas que se encuentran enmarcadas dentro de la ley 26.093 de promoción a biocombustibles pero que hoy en día no han sido explotadas. Con los precios actuales de gasoil y biodiesel resulta viable producir biodiesel para reemplazar el gasoil mayorista utilizado en generación a gasoil y para autoconsumo de productores agropecuarios. Una de las grandes barreras a este reemplazo de combustible a uno más amigable con el medio ambiente se debe a la falta de homologación de motores de gasoil para el uso de biodiesel por parte de los fabricantes de estos motores, pero también existen otras limitaciones que serán detalladas en puntos posteriores.

Las primeras menciones modernas sobre biogás se remontan al año 1600 identificados por varios científicos como un gas proveniente de la descomposición de compuestos orgánicos. En 1890 se construye el primer biodigestor en India y ya en 1896 en Exeter, Inglaterra, las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolectado de los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad. Después de las guerras mundiales comenzaron a difundirse en Europa las llamadas fábricas productoras de biogás cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles. En todo el mundo se difunden los denominados Tanques Imhoff para el tratamiento de aguas cloacales colectivas. El gas producido se utilizó para el funcionamiento de las propias plantas, en vehículos municipales y en algunas ciudades se lo llegó a inyectar en la red de gas. Durante los años de la Segunda Guerra Mundial comenzaron a difundirse los biodigestores a nivel rural tanto en Europa como en China e India, que se transforman en líderes en la materia. Esta difusión se vio interrumpida por el crecimiento de los combustibles fósiles y recién tras la crisis energética de la década de los 70 se reinicia con gran ímpetu la investigación y extensión en todo el mundo incluyendo la mayoría de los países latinoamericanos. En los últimos 20 años se han efectuado nuevos descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico gracias al nuevo material de laboratorio que permitió el estudio de los microorganismos que actúan en condiciones anaeróbicas. Estos progresos en la comprensión del proceso microbiológico han estado acompañados por importantes logros de la investigación aplicada obteniéndose grandes avances en el campo tecnológico. Los países generadores de tecnología más importantes en la actualidad son: China, India, Holanda, Francia, Gran Bretaña, Suiza, Italia, EE.UU., Filipinas y Alemania. A nivel latinoamericano, se ha desarrollado tecnología propia en la Argentina por ejemplo para el tratamiento de vinazas, residuo de la industrialización de la caña de azúcar. En Brasil y Colombia comenzaron principalmente utilizando sistemas europeos bajo licencia. El avance de esta técnica ha permitido que importantes ciudades del mundo, como es el caso de Santiago de Chile en América Latina, incluyan un importante porcentaje de gas procedente de esta fuente en la red de distribución urbana de gas natural.

Sin embargo, lo que ha permitido el desarrollo de estas tecnologías no han sido únicamente los desarrollos tecnológicos e innovación, sino que también fue de vital importancia para su éxito las políticas públicas que han tomado distintos países para el desarrollo de estas tecnologías.

Las grandes ventajas del biogás se basan en las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, por un lado, diversificación de la matriz energética hacia una matriz más renovable,

generación de empleo local, combustible más económico y, por sobre todo, la activación de la industrialización de producciones agropecuarias para agregar valor en origen a los productos agrícolas.

Por estos motivos, se ha comenzado a fomentar esta tecnología en el territorio nacional. En una primera instancia, se ha trabajado con el INTI, INTA y Conicet en la difusión y transferencia tecnológica donde se han podido identificar cerca de 80 proyectos de biogás a lo largo y ancho de la Argentina, todos ellos de baja complejidad tecnológica y baja inversión. Sin embargo, con el tiempo han aparecido los primeros proyectos de plantas de biogás con tecnología de punta como fue la planta de ACA (Asociación de Cooperativas Argentinas) en Yanquetruz, San Luis ; Bioeléctrica en Córdoba ; Citrusvil en Tucumán, entre otras. Con la aparición del programa RenovAr, se han adjudicado y construido más de 70 proyectos.

Adicionalmente, se pueden identificar diversas acciones promocionales que se están llevando a cabo en distintos países del mundo, y en particular en Latinoamérica, como son la inyección de biometano en redes, el uso de biogás en redes aisladas y el uso de “Bio Gas Natural Comprimido” (BioGNC) para el transporte, especialmente de pasajeros y carga, que aún no están suficientemente maduros en Argentina para poder implementarlos.

---

## ALEMANIA

En el caso de Alemania, el gobierno determinó la importancia de desarrollar las energías renovables a nivel local y optó por un plan de desarrollo para transformar la matriz energética aumentando la participación de energías limpias. Por este motivo el gobierno alemán lanza en el año 2000 la Ley de Energías Renovables (EEG por sus siglas en alemán) que termina de consolidarse el primero de abril del 2012, el cual consiste en un mecanismo de soporte de energías renovables. En una primera instancia, en el 2000 se otorgó la prioridad de conexión a las fuentes de energía renovable y se asignaron tarifas constantes por un plazo de 20 años. Como resultado de esta iniciativa se crearon 250 nuevas plantas de biogás por año. En el 2004 se incorporó al programa un bono por el uso de recursos renovables y otro bono por la utilización de calor, donde el número de nuevas plantas se elevó a 450 nuevas plantas por año. En el 2009 se incorporaron un bono por el uso de estiércol, un bono para la reducción de emisiones, y un bono por el uso de tecnologías innovadoras, incorporándose 1.000 nuevas plantas de biogás al año con esta iniciativa. En el 2012 se creó un nuevo sistema con requisitos en materia de eficiencia energética incorporando 300 nuevas plantas al año.

Este programa incorpora también compensaciones monetarias basadas en el tamaño de las plantas y por el sustrato que las mismas utilizan:

Categoría	Compensación básica	Sustrato categoría I	Sustrato categoría II	Fermentación de residuos orgánicos <sup>a)</sup>	Bono por la producción de biometano
≤ 75 kW	25 ct/kWh <sup>a)</sup>				3 ct/kWh to 700 Nm <sup>3</sup> /h 2 ct/kWh to 1,000 Nm <sup>3</sup> /h 1 ct/kWh to 1,400 Nm <sup>3</sup> /h salida nominal de la planta de enriquecimiento
≤ 150 kW	14.3 ct/kWh	6.0 ct/kWh	8.0 ct/kWh	16 ct/kWh	
≤ 500 kW	12.3 ct/kWh	6.0 ct/kWh	8.0 ct/kWh	16 ct/kWh	
≤ 750 kW	11.0 ct/kWh	5.0 ct/kWh	8.0/6.0 <sup>b)</sup> ct/kWh	14 ct/kWh	
≤ 5.000 kW	11.0 ct/kWh	4.0 ct/kWh	8.0/6.0 <sup>b)</sup> ct/kWh	14 ct/kWh	
≤ 20.000 kW	6.0 ct/kWh	0.0 ct/kWh	0.0 ct/kWh	14 ct/kWh	

Figure 1 - Compensaciones EEG 2012

El caso de Alemania fue el de mayor éxito en Europa y el mundo, teniendo el mayor impacto en las producciones agropecuarias, donde se realiza una co-gestión de residuos animales y cultivos energéticos, fundamentalmente maíz.

Plant type	Number of plants	Energy production* (GWh/year)
Sewage sludge <sup>1)</sup>	1400	3100
Biowaste <sup>2)</sup>	95	4500
Agriculture <sup>3)</sup>	7800	29400
Industrial <sup>4)</sup>	250	3420
Landfills	400	550
<b>Total</b>	<b>9945</b>	<b>40970</b>

\* = Produced energy as electricity, heat, vehicle fuel or flared excluding efficiency losses.

<sup>1)</sup> IFEU (2010) <sup>2)</sup> Witzenhausen Institute, 2010, <sup>3)</sup> German biogas association (2012) <sup>4)</sup> aqua-consult 2011

Figure 2 - Producción de biogás en Alemania 2012

Por otro lado, el destino final del biogás en Alemania ha sido principalmente para la generación eléctrica en un 65%, y para calor en un 34%.

Es importante mencionar que en el caso de Alemania se puede comercializar el digerido obtenido del biodigestor, del cual se desprenden distintos subproductos y negocios que hacen a estas tecnologías aún más rentables:



Figure 3 - Usos del digerido en Alemania

Del análisis del caso de Alemania podemos identificar que es necesario impulsar el mercado de biogás otorgando distintos beneficios, de los cuales el programa nacional RenovAr a podido asimilar bastante alienadamente. Sin embargo, los impactos fueron mucho menores en lo que respecta a la biomasa.

## FRANCIA

En Francia el objetivo propuesto por la Agencia de Gestión Ambiental y Energética Francesa es el de producir 70 TWh de biogás en 2030 y construir unas 600 plantas de biogás cada año. El 50% del biogás será utilizado en las redes de gas y el 30% deberá ser utilizado para la generación de energía eléctrica, mientras el 20% restante deberá ser utilizado para la generación de calor.

Para el 2013 eran 256 las plantas existentes de biogás y 245 los rellenos sanitarios de los cuales solo 90 aprovecharon el gas obtenido.

Plant type	Number of plants	Electricity production (GWh/year)	Heat production (GWh/year)
Sewage sludge	60	97	540
Biowaste from MSW	11	51	15
Industrial	80	7	350
On-farm and centralized plants	105 (90+15)	260 (120+140)	390 (190+200) <sup>1</sup>
Landfills with biogas valorization <sup>2</sup>	80	858	296
<b>Total</b>	<b>336</b>	<b>1273</b>	<b>1591</b>

<sup>1</sup> heat recovery = 210 GWh/year (90 GWh/year on farm + 120 GWh/year centralized plants)

<sup>2</sup> source ADEME : *ITOM, les installations de traitement des ordures ménagères en France – Résultats 2010*, octobre 2012

El modelo de incentivos también respeta un esquema de Feed-in tariffs para energías renovables, como lo hizo Alemania, el cual se detalla a continuación:

#### Feed-in Tariffs for Renewables (€/kWh) in 2010

Biomass	Wind onshore	Wind offshore	Hydro	PV
0.125	0.082	0.31 - 0.58	0.06	n/a

#### Feed-in Tariffs Specified for Bio-energy

Biogas plants with a capacity ≤ 150 kW:	<b>Cct 9.745 per kWh</b>	(Arrêté du 19 mai 2011)
Biogas plants with a capacity ≥ 2 MW:	<b>Cct 8.121 per kWh</b>	(Arrêté du 19 mai 2011)
Bonus of <b>Cct 4</b> for biogas plants with energetic performance ≥ 70%		
Biomass <b>Cct 4.34 per kWh</b> + premium of at least <b>Cct 7.71 per kWh</b>	(Arrêté du jan. '11 biomasse)	

Además del feed-in tariff, tienen beneficios fiscales en impuestos a la importación y en el impuesto al valor agregado, sumado a programas de soporte financiero (Energy Methanization Autonomy Azote- EMAA) para las inversiones en plantas de biogás, lo que llevaría a la instalación de 1.000 plantas de biogás en extensiones rurales entre los años 2013 y 2020, sumado a la valorización del digerido. Existen dos fondos para el financiamiento de estas plantas, uno para el uso de residuos y el otro para la generación de calor a partir de fuentes renovables.

El mayor desarrollo en Francia en lo que respecta al biogás se dio en zonas rurales desarrollándose las plantas de biogás en los mismos campos productivos y también en rellenos sanitarios donde se aprovechan los residuos para la producción de energía eléctrica. Sin embargo, gran parte de la energía producida en el total de las explotaciones rurales se destinan a la generación de calor. Por otro lado, se identificaron unas 400 plantas de biogás que inyectan biometano a las redes de gas natural lo que marca una clara tendencia al crecimiento de este mercado. Otra forma de comercializar el gas producido es mediante el consumo en transporte automotriz. Más de 13.500 vehículos, de los cuales 3.500 son camiones, están en circulación en Francia, donde las cargas se realizan en 37 estaciones públicas y 130 privadas.

## NORUEGA

En el caso de Noruega se plantearon distintos escenarios para explotar el potencial de la generación de biogás. El foco principal que tuvo el desarrollo de esta tecnología fue incentivar iniciativas que implicasen beneficios ambientales y sociales que fuesen sostenibles desde lo económico. Los beneficios ambientales de estas tecnologías fueron el motor del desarrollo de las mismas. Se estudiaron distintos escenarios de modelos de desarrollo donde se analizaron el tamaño óptimo de las plantas, los sustratos que se deberían aprovechar para el desarrollo y los modelos logísticos óptimos. También se evaluaron los tipos de uso a los cuales podrían ser destinados los productos y sub-productos de los modelos analizados.

Desde el punto de vista económico resulta una alternativa basada en la co-digestión de distintos sustratos obtenidos de distintas producciones agropecuarias, integradas en una única planta de biogás. El funcionamiento de este modelo fue dirigido por tres ejes de apoyo:

- Soporte financiero: Las plantas de biogás de escala industrial pueden aplicar a programas de financiamiento donde se evalúan los costos y eficiencia de la planta
- Soporte por tonelada de excremento aportada: Se les otorga un beneficio económico a los productores agropecuarios por cada tonelada de excremento que aportan a plantas centralizadas o a plantas propias de biogás.
- Beneficios fiscales: En noruega se paga un fee por el uso de combustibles para transporte que emiten CO<sub>2</sub>. En el caso de utilizar biogás se estaría exento del pago de este fee.

## ARGENTINA

En el caso de Argentina el potencial de producción de biogás es considerablemente mayor al de otros países donde se ha desarrollado esta tecnología, sin embargo, no ha tenido el éxito que se hubiese imaginado. Han existido programas de incentivo para estas tecnologías especialmente basadas en atender una problemática energética eléctrica nacional, por lo que las tecnologías de la biomasa se han visto un poco desatendidas en una primera instancia. Sin embargo, en la ronda 2 del RenovAr se han incluido algunos incentivos a estas tecnologías, pero aun así no han sido del todo resolutivas. Las iniciativas han sido muy similares a las adoptadas en Alemania donde se ha creado un esquema de feed-in tariff, dando un valor diferencial a la energía derivada de plantas de biogás y promociones adicionales para plantas más pequeñas hasta un

tope mínimo de 500 KW de potencia instalada. Este programa incluye un fondo de garantía llamado FODER que garantiza el cumplimiento de pago del contrato de energía que firman las empresas adjudicadas en el programa, lo cual le da solidez a los proyectos y a su vez les permite a los desarrolladores de los proyectos a aplicar a créditos de bancos internacionales a tasas muy competitivas. Sin embargo, los proyectos de biogás no han tenido mucho éxito, donde el mayor problema radica en los contratos de aprovisionamiento de substratos. Por otro lado, los incentivos planteados en el programa RenovAr solamente atienden a una fracción del modelo de negocios de una planta de biogás, ya que solamente permiten la utilización del biogás para la generación eléctrica, la cual representa el 43% de la energía generada y en general no hay un destino para la energía en forma de calor obtenida en el motor de cogeneración. A su vez, el digerido obtenido del proceso no tiene un destino comercial lo cual hace que los costos de generación sean aún más elevados. Finalmente, el RenovAr que fue el único programa que ha generado un impacto real en el desarrollo de la tecnología hoy no se encuentra vigente, así como tampoco se ha continuado en ningún otro programa que pueda suplirlo.

## ANTECEDENTES NACIONALES Y PROVINCIALES

A pesar de los distintos esfuerzos nacionales para el desarrollo de las energías renovables, las energías derivadas de la biomasa no han podido explotarse de manera eficaz, quedando desaprovechado su gran potencial. A pesar del éxito rotundo del programa RenovAr existen muchos campos de aplicación donde podrían utilizarse estas tecnologías además de la generación eléctrica en grandes escalas.

Gran parte de las iniciativas para promover el crecimiento de las energías renovables están vinculadas por un lado al déficit energético y en gran medida a los tratados internacionales y a los compromisos asumidos como nación, entre ellos los vinculados al Protocolo de Kioto y los Objetivos para el Desarrollo Sostenible acordados en la Agenda 2030. Existe un compromiso voluntario nacional para la reducción del quince por ciento (15%) de las emisiones de gases de efecto invernadero para el 2030, que podría elevarse al 30% con financiamiento externo. También existe el compromiso nacional mediante la ley 27.191 de transformar la matriz energética nacional de manera tal de alcanzar un 20% de generación de energía renovable para el año 2025.

Los inventarios de gases de efecto invernadero muestran con claridad una participación enfática de los sectores de energía y agro. En el caso de la generación de energía, el potencial

de reducción de las emisiones es prácticamente nulo teniendo en cuenta la tasa de crecimiento poblacional y de demanda de energía, no así el potencial de reducción en el sector agropecuario, donde el mayor aporte lo concibe el gas metano generado por la ganadería, el cual tiene un potencial de calentamiento global veintiún veces mayor al dióxido de carbono (IPCC). El tratamiento de efluentes de producciones agrícolas y el consumo de biocombustibles más amigables con el medio ambiente son indispensables para poder llegar a este compromiso.

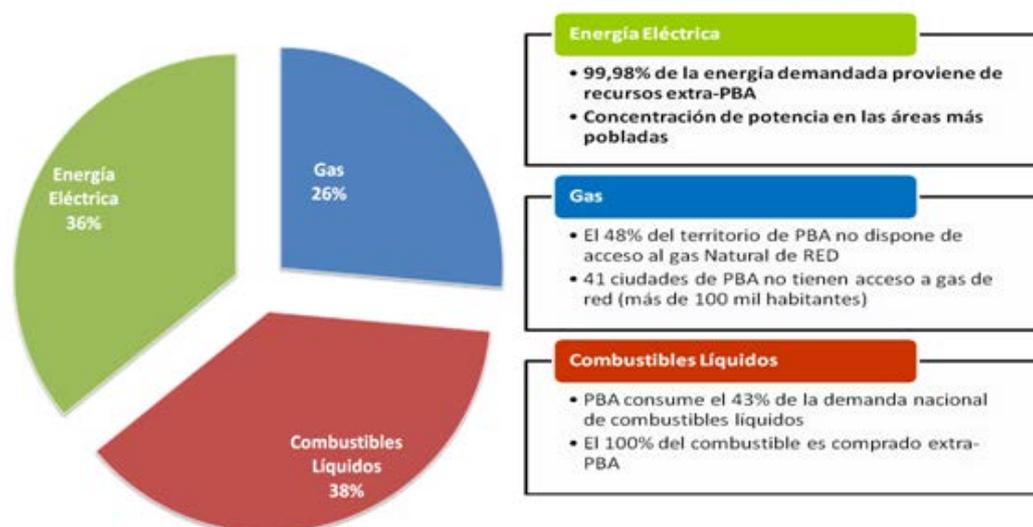


Ilustración 3 - Resumen Energía PBA

Fuente: Compilación de datos de CAMMESA y Secretaría de Energía

En la Provincia de Buenos Aires el consumo de combustibles líquidos es muy elevado, representando el 43% del consumo del total del país. Por otro lado, aproximadamente el 100% de la energía consumida en Buenos Aires es producida a través de fuentes primarias<sup>1</sup> obtenidas fuera de Buenos Aires. Por otro lado, cerca del 50% del territorio bonaerense carece de servicios de gas en redes, quedando excluidas de estas prestaciones públicas 41 ciudades.

A su vez, Buenos Aires tiene actualmente producciones de biocombustibles en el ámbito rural donde podemos encontrar pequeños desarrollos aislados de biogás para autoconsumo y un volumen importante de biodiesel. Sin embargo, el biodiesel generado en la Provincia de Buenos Aires es exportado o vendido mediante una disposición del Ministerio de Energía y Minería al corte nacional de biocombustibles. A su vez, el mercado del bio-etanol, de gran

<sup>1</sup> Energía Primaria: Fuente de energía que aún no ha sufrido ninguna transformación para ser consumida. Ejemplo: petróleo, uranio, cultivos energéticos, carbón mineral, etc.

utilidad para incorporar el maíz como estrategia productiva, fue recientemente dilapidado mediante la medida de reducción del orden del 30% de los precios de este combustible para el corte. Cabe mencionar que a pesar de que aún no estén operativos, existen nueve proyectos adjudicados en Buenos Aires para el programa RenovAr, de los cuales hay siete de biogás y dos de biomasa seca, sumando un total de 24 MW de potencia instalada y un costo de generación de 141,9 USD/MWh.

Tecnología	Nombre del proyecto	Oferente	Potencia MW	Precio adjudicado USD/MWh	Provincia	Ronda
Biogás	C.T. Arrebeef Energia	ARREBEEF S.A.	1,5	150,00	Buenos Aires	Ronda 2
Biogás	C.T. El Mangrullo	CARNES DE LA PATAGONIA NEUQUINA S.A.	2	156,85	Buenos Aires	Ronda 2
Biogás	C.T. General Alvear	CARNES DE LA PATAGONIA NEUQUINA S.A.	1	171,85	Buenos Aires	Ronda 2
Biogás	C.T. Resener I	INMADE S.A.	0,72	176,40	Buenos Aires	Ronda 2
Biogás	C.T. General Villegas	MARÍA ELENA S.A	1,2	169,00	Buenos Aires	Ronda 2
Biogás	C.T. Pacuca Bio Energia	PACUCA S.A.	1	171,85	Buenos Aires	Ronda 2
Biogás	C.T. Pergamino	SEEDS ENERGY	2,4	156,85	Buenos Aires	Ronda 2
Biomasa	C.T. Rojas	GLOBAL DOMINION ACCES	7	126,07	Buenos Aires	Ronda 2
Biomasa	C.T. Capitan Sarmiento	GRANJA TRES ARROYOS S.A.C.A.F.I.	7,2	130,02	Buenos Aires	Ronda 2

Table 1- Resumen RenovAr en PBA, Plantas de Biogás

Como se ha dicho, a pesar de los buenos resultados de la segunda ronda del RenovAr, la Provincia de Buenos Aires tiene un enorme potencial remanente para el desarrollo de este tipo de tecnologías, si tenemos en cuenta la capacidad productiva en el ámbito rural.

Se producen 21 millones de toneladas de soja en la Provincia de Buenos Aires y solamente el 13% del grano es procesado o industrializado. Solamente se producen 278.000 tn de biodiesel en la provincia al año, siendo el potencial de producción máximo de 3 millones de toneladas anuales (datos del Observatorio de Bioeconomía de la Provincia de Buenos Aires).

Por otro lado, se producen 10,2 millones de toneladas de maíz, del cual solamente el 6% se industrializa a través de molindas, el 32% se destina a balanceados y el 62% no recibe ningún tipo de agregado de valor. No se produce bio-etanol en Buenos Aires, siendo el potencial de producción de 4 millones de metro cúbicos anuales.

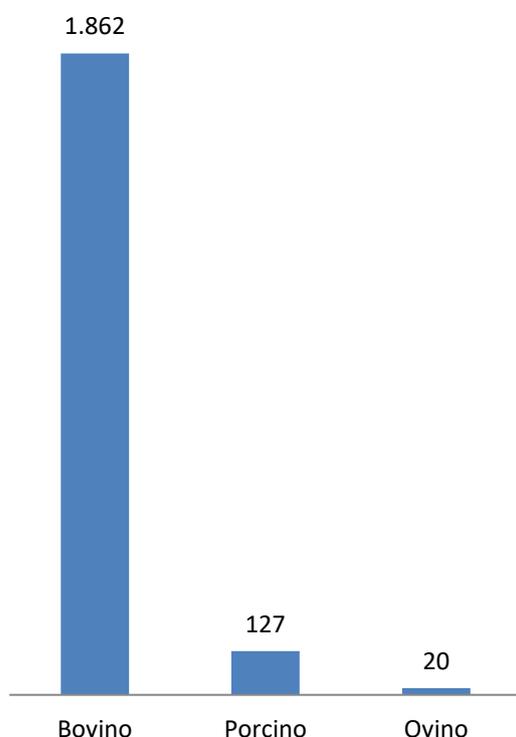
El aprovechamiento de estos insumos como combustibles líquidos implicaría reemplazar el 31% del consumo de naftas y el 38% del consumo de gasoil en la Provincia de Buenos Aires.

Si nos enfocamos en el 36% de la torta que representa la energía eléctrica consumida en PBA en 2016, el 12% fue generada a partir de moto-generadores a gasoil, los cuales podrían ser reemplazados en un 100% por biodiesel sin mayores esfuerzos.

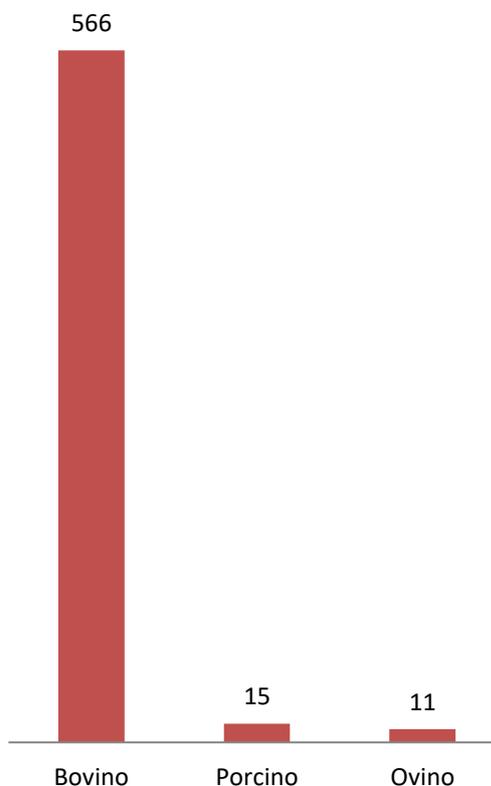
El biogás no tiene participación significativa en el territorio bonaerense como fuente de generación de energía térmica. Son pocos los biodigestores que pueden encontrarse en la Provincia que aprovechen el gas, siendo realmente importante la generación de residuos orgánicos, tanto de producciones intensivas como en horticultura, fruticultura y horticultura.

Tomando el caso de ganadería, se realiza una estimación en función del stock ganadero registrado en agroindustria de Provincia de Buenos Aires, considerando un 33% de posibilidad de recolección de residuos para el caso vacuno y 100% para el resto de los casos, a fines de realizar una simple estimación del potencial eléctrico teórico:

### Stock Ganadero [10 mil Cabezas]



### Potencia [MW]



A pesar de que el gráfico anterior no es técnicamente el potencial real de producción de biogás, es una primera aproximación que despierta el interés en realizar aproximaciones más representativas.

Cabe destacar que hoy la Provincia de Buenos Aires cuenta con una capacidad instalada de moto-generación a gasoil de más de 600 MW, la cual consume solamente el 12% del total de los recursos energéticos demandados por la provincia.

## POTENCIAL DE DESARROLLO EN BUENOS AIRES

La Provincia de Buenos Aires se caracteriza por ser rica en recursos agropecuarios. Su economía se basa en un modelo agro-exportador donde la industria para la transformación de materias primas agropecuarias no se encuentra del todo desarrollada. Dentro de las distintas producciones agrícolas, se destacan por su participación en total de toneladas producidas las producciones de soja y maíz.

Este dato nos conduce a revisar el agregado de valor de la soja y el maíz, desprendiéndose de ellos la posibilidad de generar biocombustibles como el biodiesel a partir de la soja y bioetanol a partir del maíz. Cabe mencionar que ambas industrias de agregado de valor conllevan el aprovechamiento de los subproductos generados para la elaboración de los biocombustibles, lo cual nos sumerge en el potencial de desarrollar bio-refinerías que a su vez generan un gran valor agregado.

Por otro lado, la producción animal se encuentra en constante crecimiento, siendo la producción bovina la de mayor influencia en la zona.

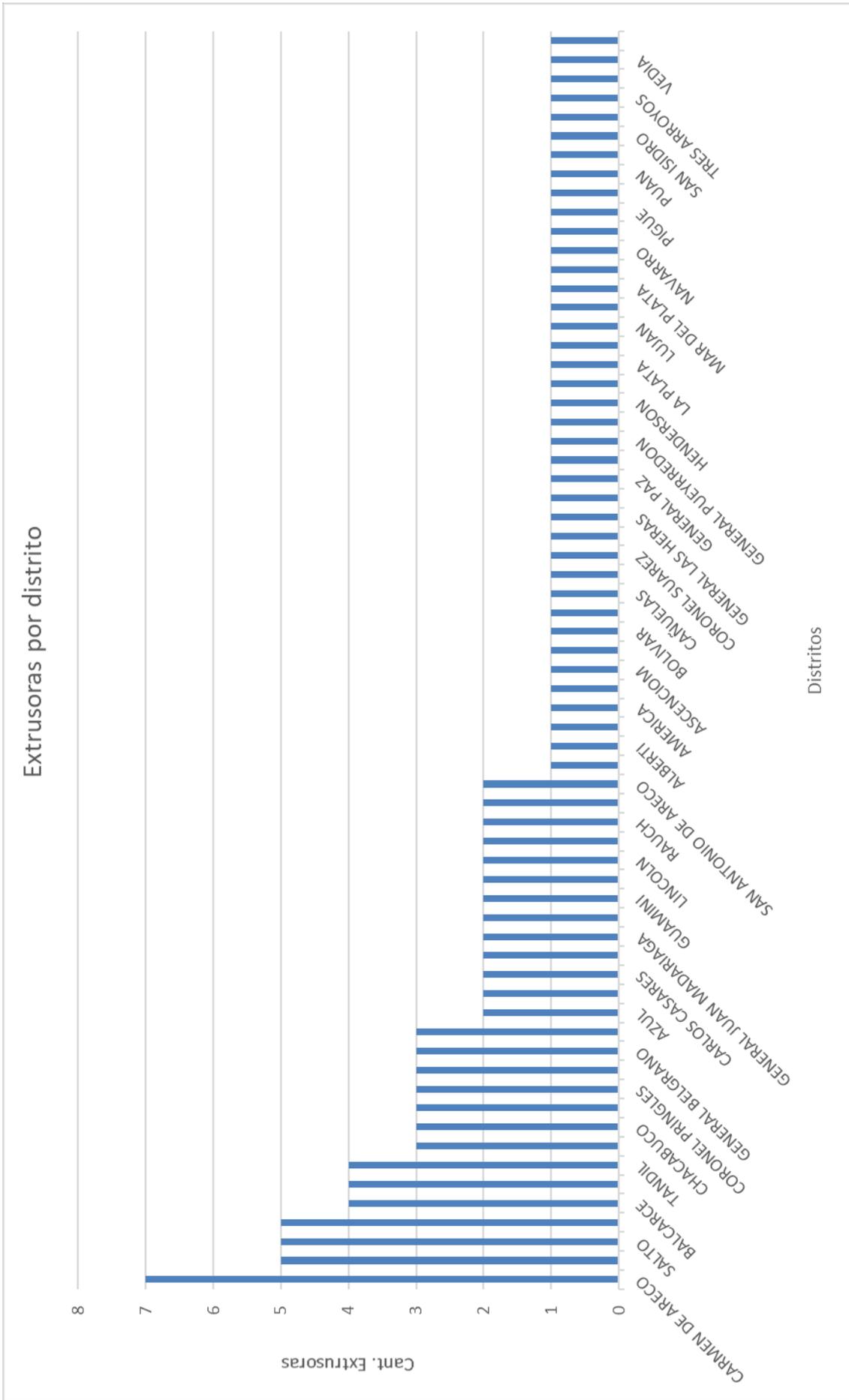
## BIODIESEL: OPORTUNIDAD DE REACTIVAR LA CAPACIDAD OCIOSA

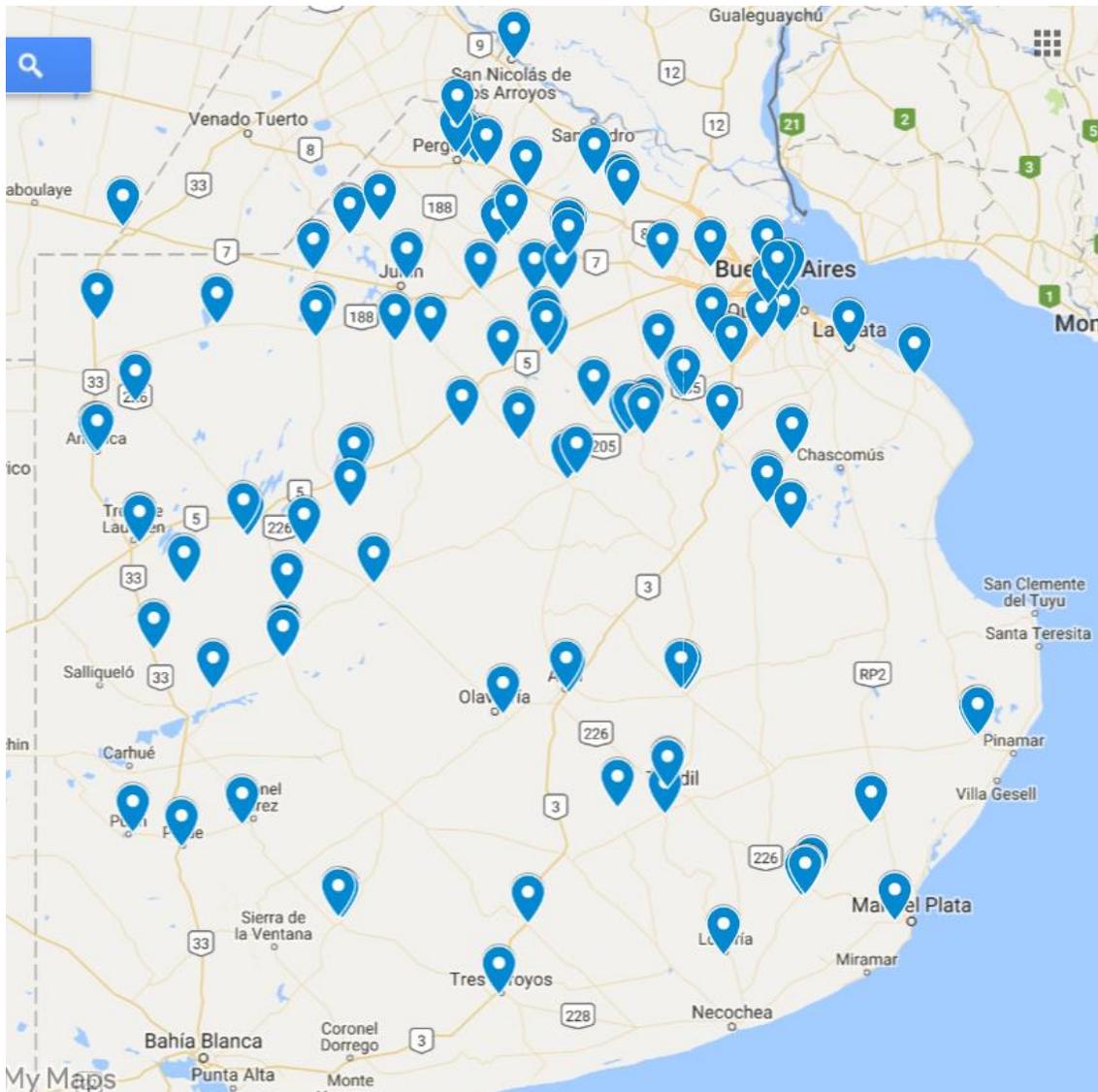
Se entiende por biodiesel al combustible líquido proveniente de aceites vegetales o grasas que puede ser utilizado en reemplazo del gasoil. Tiene un gran potencial de desarrollo en Buenos Aires por la gran producción de soja y el alto consumo de este combustible con fines agropecuarios. El aumento del valor de los combustibles en las estaciones de servicios y venta mayorista ha significado que la producción de biodiesel para autoconsumo se vuelva rentable. A su vez, la producción de aceite de soja mediante la extrusión cuenta con una capacidad ociosa del orden del 30% por lo que la activación del mercado del biodiesel puede significar la reactivación y crecimiento de la industria aceitera.

## RELEVAMIENTO DE LA CAPACIDAD OCIOSA DE ACEITERAS

PBA cuenta con un total de 122 plantas productoras de aceite y expeller, por proceso de extrusión y prensado

En la Provincia de Buenos Aires, las plantas extrusoras se encuentran distribuidas de la siguiente manera:





DETALLES

EN

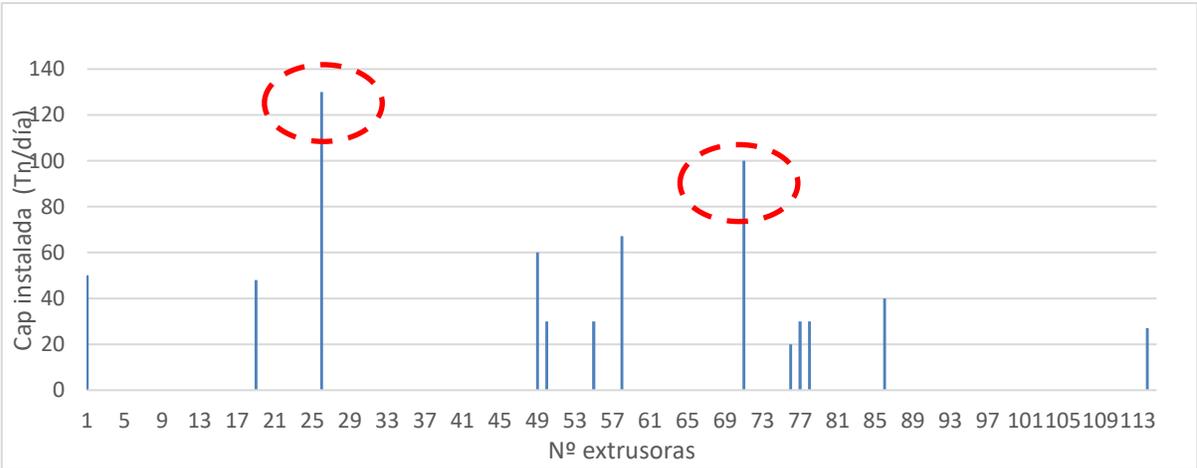
[HTTPS://WWW.GOOGLE.COM/MAPS/D/EDIT?MID=16XCXRKZFREFQHRGMFL56BEGVWWD8DOQX&LL=-37.82369970536857%2C-61.54418046520402&Z=5](https://www.google.com/maps/d/edit?mid=16XCXRKZFREFQHRGMFL56BEGVWWD8DOQX&ll=-37.82369970536857%2C-61.54418046520402&z=5)

Para poder hacer una estimación con cierto grado de precisión fue realizado un trabajo de campo, el cual incluyó diversas visitas a distintos productores y reuniones con los miembros de la Cámara de Pequeños Extrusores de Buenos Aires (CaPEBA), en la cual se fue recolectando información

referida al sector. La información relevada en este estudio luego fue contrastada con la estadística oficial, a fin de arribar a conclusiones relevantes para los objetivos planteados en el presente documento.

En cuanto a capacidad instalada y productividad, podemos resaltar que son plantas de pequeña escala, sobre todo si las comparamos con las grandes aceiteras de extracción por solventes. Se observaron plantas con capacidad de producción de 20 Tn/día y plantas de hasta 130 Tn/día. Su relativamente bajo requerimiento de inversión inicial y por tratarse de un proceso relativamente sencillo, este tipo de plantas son aptas para su implementación por parte de pequeños productores, cooperativas, acopiadores, etc.

Para poder estimar una capacidad instalada promedio del sector de Extrusión en PBA, se hizo un análisis estadístico sobre un muestreo de 14 productores miembros de CaPEBA, Cámara Empresaria que representa tanto extrusores y productores de Bioenergías de pequeña escala para autoconsumo, y actualmente nuclea a 35 productores, de los cuales 18 tienen participación regular y activa en todas las tareas desarrolladas. Se obtuvieron los siguientes datos referidos a la capacidad instalada de procesamiento de granos:

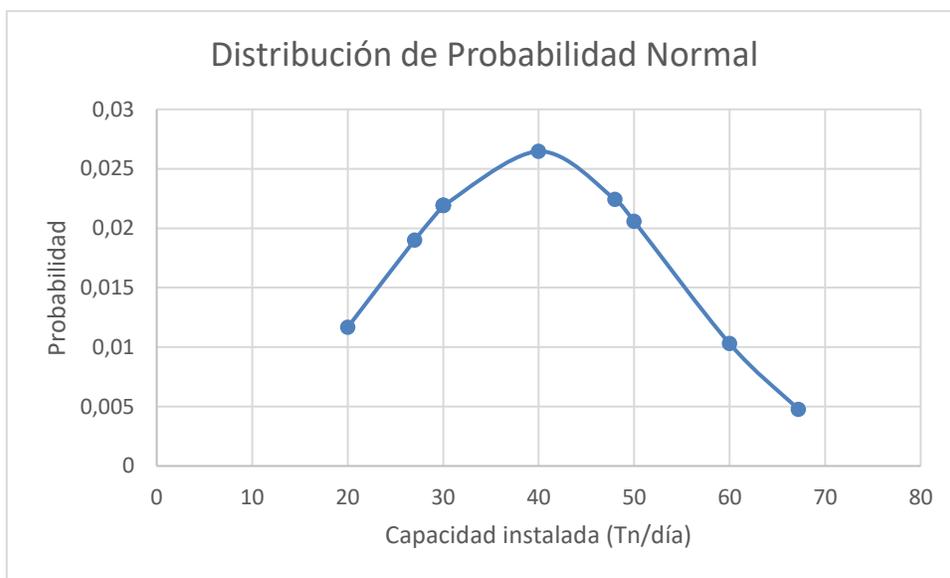


NOTA: para poder realizar un estudio estadístico lo más representativo de la realidad posible, se excluyen los picos resaltados en rojo en el gráfico, dado que representan casos puntuales con capacidades instaladas, por encima de la media (100 Tn/día y 130 Tn/día, respectivamente).

Al graficar los datos obtenidos, se observa una distribución de probabilidad normal, en la cual la mayoría de las extrusoras tiene una capacidad en torno a una media, y con una cierta desviación estándar respecto de la misma.

MEDIA ( $\mu$ ) = 40

DESVIACION ESTÁNDAR ( $\sigma$ ): 15



La probabilidad que la capacidad instalada del resto de las extrusoras se encuentre dentro del rango: 25 Tn/día y 55 Tn/día) es de:

$$p(\mu - \sigma < X \leq \mu + \sigma) = 0.6826 = 68.26 \%$$

Basados en lo expuesto anteriormente, establecemos un promedio de 40 Tn/día de capacidad instalada para las 122 extrusoras existentes en PBA, lo cual nos da una capacidad instalada estimada total para PBA de:

- 122 plantas x 40 Tn/dia.planta → 4880 Tn/día (+/- 1800)

Asumiendo una actividad de 24 hs diarias de producción, 30 días al mes y 12 meses al año, y un 90% de disponibilidad nos da una capacidad instalada total potencial de: 1.581.120 Tn/año.

El porcentaje promedio de extracción de aceite por proceso de extrusión es del 12 %, el de expeller un 80 % y el resto merma propia del proceso.

Podemos decir que la capacidad instalada potencial de producción de aceite de soja por proceso de extrusión y prensado en todo el territorio PBA es de: 189.734 Tn/año

Según estadísticas oficiales del Ministerio de Agroindustria del 2017, el total de producción de expeller en PBA fue de 211.726 Tn. En cuanto al aceite, no se diferencia aquel que proviene del proceso de extrusión del que proviene de la extracción por solventes, con lo cual, el volumen de aceite real producido en PBA a partir del proceso de extrusión y prensado lo estimamos a partir de la producción de expeller, sabiendo que la misma constituye un 80 % del total, en peso, del grano procesado.

Por lo expuesto anteriormente, la producción de aceite total año 2017 para PBA fue de 31.759 Tn. Si lo comparamos con la capacidad instalada resulta un factor de aprovechamiento de 17 %. Este número tan bajo se podría explicar por los siguientes motivos:

- Elevado costo de electricidad en hora pico (de 18 a 23 hs) → las empresas trabajan fuera de este rango horario, siempre que sea posible.
- Normalmente las empresas trabajan 5 días a la semana, con lo cual son 20 días al mes.
- Las capacidades instaladas diarias informadas por los miembros de CaPEBA son consideradas trabajando 24 hs diarias.

Considerando entonces la capacidad instalada por hora de las plantas, trabajando 16 hs por día, fuera de horario pico y 5 días por semana, obtenemos el siguiente análisis:

Capacidad horaria promedio: 40 Tn/día / 24 hs/día → 1.66 Tn/hr

Capacidad instalada promedio por día: 1.66 Tn/hr x 16 hr/día → 26.6 Tn/día

Capacidad instalada promedio por mes: 26.6 Tn/día x 20 días/mes → 533.3 Tn/mes

Capacidad instalada promedio por año:  $533.3 \text{ Tn/mes} \times 12 \text{ meses} \rightarrow 6400 \text{ Tn/año}$

Capacidad instalada promedio por año (total PBA)  $\rightarrow 780.800 \text{ Tn/año}$

Basados en este dato y contrastando con la estadística oficial expuesta, nos da un factor de aprovechamiento de:

- Factor de aprovechamiento:  $31759 \text{ Tn aceite (reales)} / 93696 \text{ Tn de aceite (potenciales)} \rightarrow 33,8 \%$ .

La capacidad ociosa real de producción de aceite por extrusión de PBA es de:

- $93.696 \text{ Tn/año} - 31.759 \text{ Tn/año} \rightarrow 61.937 \text{ Tn/año}$

Asumiendo una eficiencia de conversión de aceite a Biodiesel del 97 %, podemos concluir que la producción potencial de Biodiesel a partir del aceite obtenido por extrusión es de:

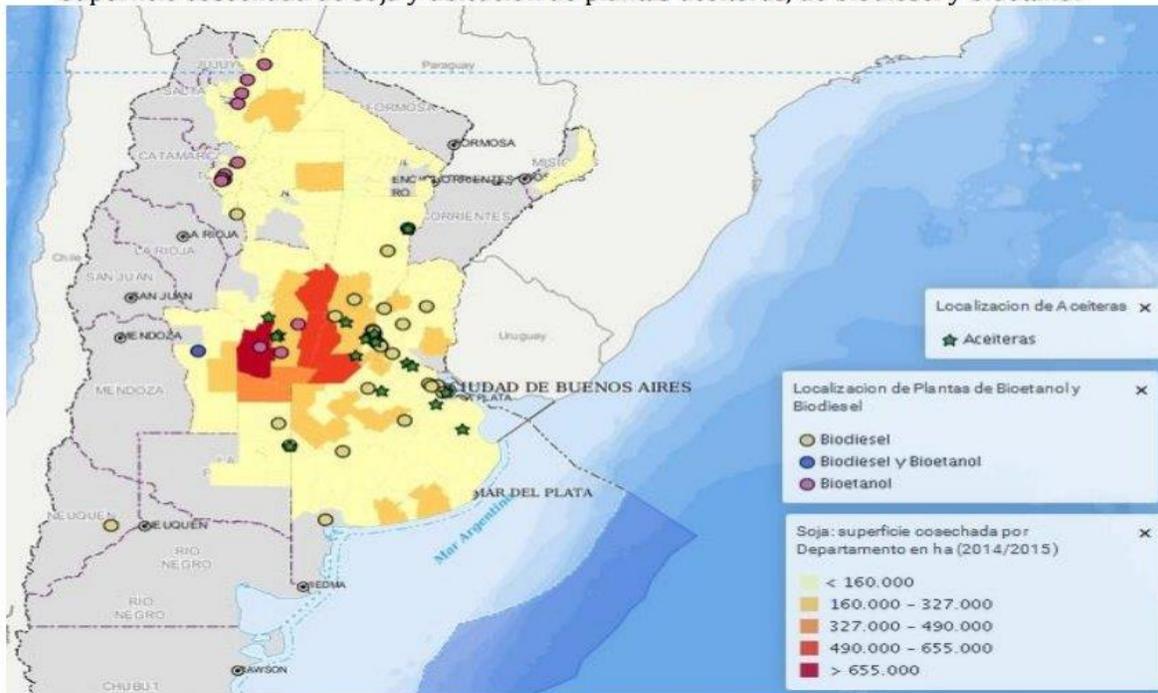
- $61.937 \text{ Tn aceite /año} \times 0.97 \rightarrow 60.000 \text{ Tn biodiesel (potencial) /año}$ .

---

#### CAPACIDAD OCIOSA DE PLANTAS DE BIODIESEL

La Argentina se ha posicionado como el primer exportador de biodiesel y ha conseguido los precios más competitivos. El cultivo utilizado para estas producciones es la soja y el insumo productivo es el aceite del grano, obtenido en el proceso de extrusión o extracción por solventes. En la siguiente imagen podemos ver la distribución geográfica de superficies cosechadas, principales aceiteras y principales plantas de biodiesel.

### Superficie cosechada de soja y ubicación de plantas aceiteras, de biodiesel y bioetanol



Fuente: Elaborado por la Subsecretaría de Información y Estadística Pública, en base a datos de Dirección de Información Agrícola y Forestal del Ministerio de Agroindustria y Ministerio de Energía y Minería

Figure 4 - Distribución geográfica de plantas de biocombustibles

Como se puede observar, el mayor potencial se encuentra concentrado en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, que es donde se encuentran la mayoría de las aceiteras y plantas de biodiesel. En la actualidad todas las plantas registradas y habilitadas de biodiesel tienen dos posibles mercados, uno es la venta al corte nacional, donde se vende el biodiesel para cumplir con el corte de biodiesel y gasoil dispuesto por la Secretaría de Energía, o bien se puede exportar. La Provincia de Buenos Aires no exporta biocombustibles por lo que destina toda su producción al corte. A raíz de esta premisa se realiza un análisis de la capacidad ociosa de las plantas de biodiesel instaladas en la Provincia de Buenos Aires:

EMPRESA	DISTRITO	PROVINCIA	CUPO MENSUAL ASIGNADO FEB 2018	CAPACIDAD INSTALADA APROX ANUAL (Tn)	Capacidad ociosa anual (Tn)
ARIPAR S.A.	DAIREAUX	Buenos Aires	4.166	50.000	8
BIO RAMALLO S.A.	RAMALLO	Buenos Aires	4.166	50.000	8
BIOBAHIA S.A.	BAHÍA BLANCA	Buenos Aires	4.166	50.000	8
BIOBAL ENERGY S.A.	RAMALLO	Buenos Aires	4.166	50.000	8
BIOBIN S.A.	JUNÍN	Buenos Aires	4.166	50.000	8
BIOCORBA S.A.	RAMALLO	Buenos Aires	4.166	50.000	8
REFINAR BIO S.A.	RAMALLO	Buenos Aires	4.113	50.000	644
ADVANCED ORGANIC MATERIALS S.A.	PILAR	Buenos Aires	4.000	48.000	0
COLALAO DEL VALLE S.A.	MALVINAS ARGENTINAS	Buenos Aires	1.500	18.000	0
SOYENERGY S.A.	PILAR	Buenos Aires	1.449	18.000	612
AGRO M Y G S.A.	SALADILLO	Buenos Aires	667	8.000	-4
			<b>440.700</b>	<b>442.000</b>	<b>1.300</b>

Figure 5 - Capacidad Ociosa de Biocombustible

Como se puede apreciar en el cuadro, la capacidad ociosa de plantas de biodiesel no es significativa en comparación a la capacidad ociosa de plantas extrusoras. Sin embargo, gran parte de las plantas de biodiesel actuales podrían expandirse significativamente sin mayores inversiones.

## DEMANDA DE GASOIL PARA MOTO-GENERACIÓN REEMPLAZABLE POR BIODIESEL

En la actualidad, la Provincia de Buenos Aires cuenta con una capacidad instalada de moto-generadores a gasoil de 621 MW, los cuales se encuentran repartidos entre las siguientes empresas de generación:

EMPRESA	POTENCIA [MW]	%
PAMPA ENERGÍA	200,418	32%
SOENERGY	81,9	13%
SULLAIR	75,38	12%
AGGREKO	68,5	11%
MOTOGENERADORES COSTANERA	35,6	6%
ENARSA	27,6	4%
GRUPO ELING	25	4%
APR ENERGY	25	4%
ENERGYST	20	3%
EDEA	14	2%
EDEN	9,456	2%
EDELAP	9,456	2%
EMP DIST ENERG SUR GENERACION	9,128	1%
COOP. MNO. MORENO BS. AS.GENER	7	1%
SECCO	5	1%
AES	5	1%
COOP. VILLA GESELL GENERACIÓN	2,96	0%
	<b>621,398</b>	

Figure 6 - Capacidad Instalada Moto-Generación Diesel. Fuente: Ministerio de Energía de la Nación

La potencia instalada de motores de combustión interna a gasoil podría ser reemplazada íntegramente por biodiesel, convirtiendo a esta tecnología en una fuente de generación renovable. Para realizar la factibilidad de este análisis primero debemos analizar el caudal de consumo de dicho combustible y determinar si es posible reemplazarlo con el biodiesel que podríamos tener disponible en la Provincia:

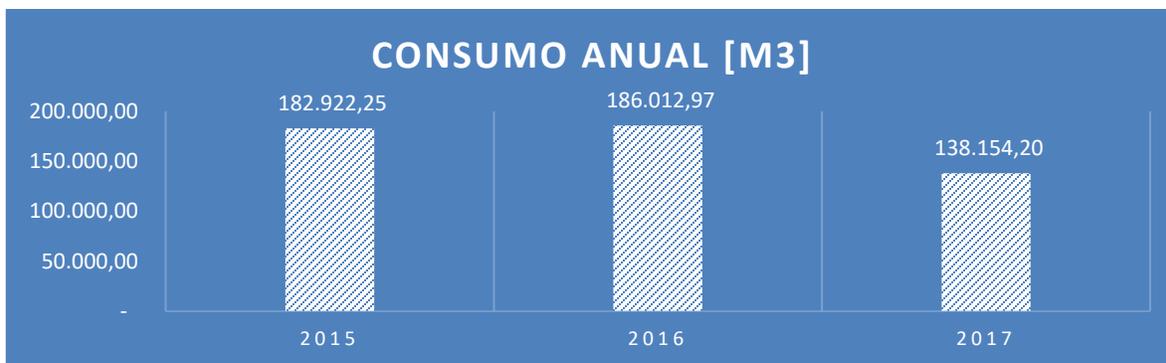
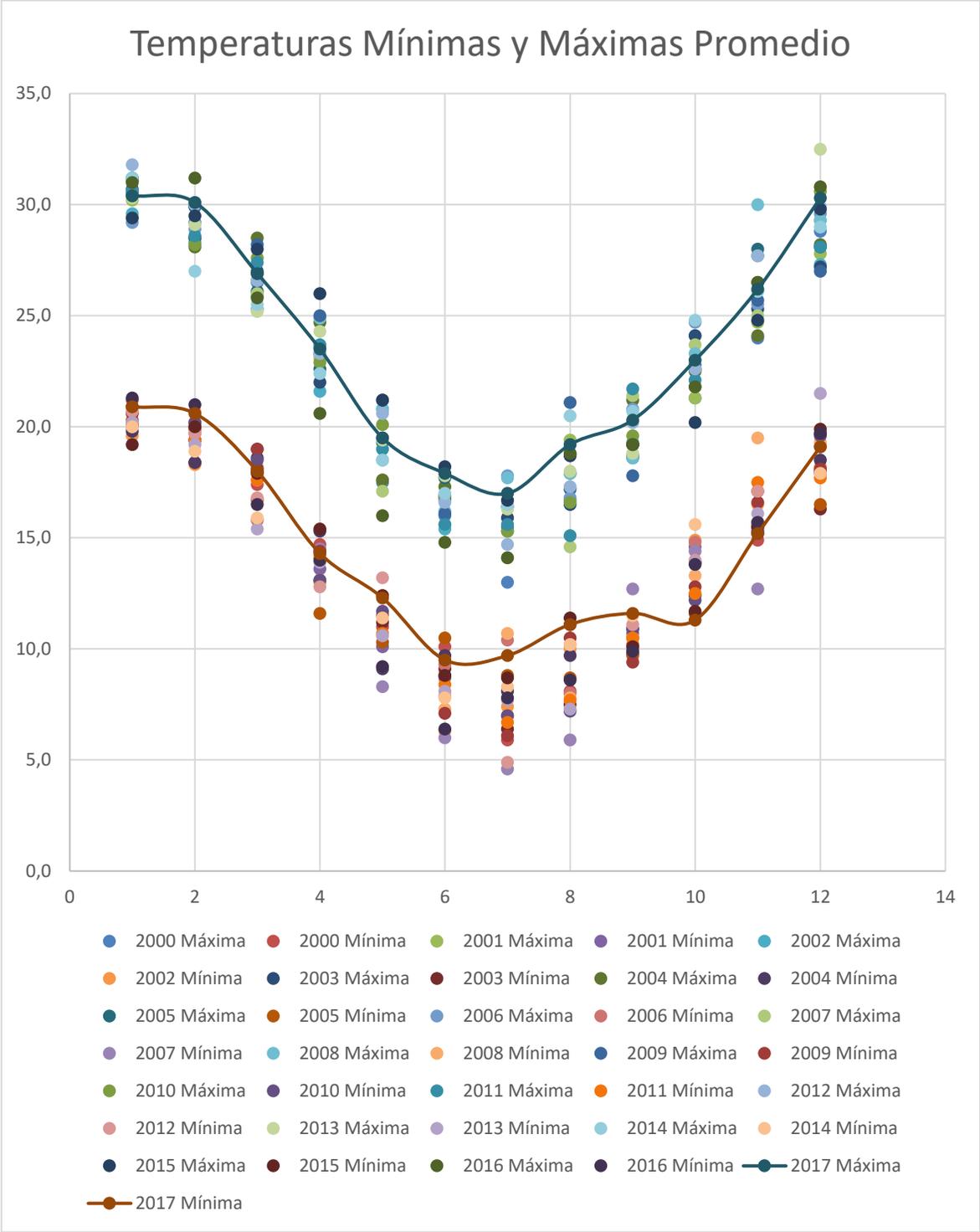


Figure 7 - Consumo anualizado de gasoil en moto-generadores de PBA. Fuente: Ministerio de Energía de la Nación

EMPRESA	2017 [m3]	%
SOENERGY	73.472,70	53%
SULLAIR	30.433,91	22%
AGGREKO	15.425,98	11%
SECCO	7.330,85	5%
ENARSA	4.705,97	3%
ENERGYST	2.861,54	2%
PAMPA ENERGÍA	1.469,74	1%
APR ENERGY	1.345,51	1%
GRUPO ELING	1.108,01	1%
MOTOGENERADORES COSTANERA	-	0%
EDEA	-	0%
EDEN	-	0%
EDELAP	-	0%
EMP DIST ENERG SUR GENERACION	-	0%
COOP. MNO. MORENO BS. AS.GENER	-	0%
AES	-	0%
COOP. VILLA GESELL GENERACIÓN	-	0%

Figure 8 - Consumo de Gasoil por Empresa en Moto-generadores de PBA. Fuente: Ministerio de Energía de la Nación

El potencial de consumo de biodiesel en el caso de que se utilice un B100 sería entonces de 138.154,20, si tomamos como valor de referencia el consumo de energía del año 2017. Sin embargo, el año 2017 fue un año de un invierno cálido en comparación con otros años:



Por este motivo se tomará un valor aproximado de 180.000 m<sup>3</sup>/año de consumo de gasoil que se asemeja más a las realidades de los años 2015 y 2016. De esta manera, el biodiesel necesario para reemplazar el consumo de gasoil sería de unas 155.000 tn/año. Teniendo en cuenta que la capacidad ociosa de aceite vegetal sería suficiente para abastecer un máximo de 60.000 tn/año, concluimos que se podría abastecer un 40% de la demanda total. El combustible actual es un B10 (es decir, que está compuesto en un 10% por biodiesel), y que se agregará un 40% adicional, los motores de generación deberían estar preparados para soportar un B50 (es decir, que el combustible este compuesto en un 50% de biodiesel).

**En resumen, la reactivación de la capacidad ociosa de aceiteras de la provincia sería suficiente para abastecer el 40% del consumo de los moto-generadores a gasoil en el caso de que todos ellos puedan funcionar con un B50. A su vez, esta propuesta implicaría la ampliación en un 13,5% de la capacidad instalada actual de plantas de biodiesel o bien la construcción de nuevas plantas cerca de los puntos de consumo.**

#### DEMANDA DE GASOIL DEL SECTOR AGROPECUARIO BONAERENSE

Otro de los modelos productivos de gran potencial para la producción de biodiesel en la Provincia de Buenos Aires se trata de modelos de autoconsumo enmarcados en la ley nacional 26.093. La Provincia de Buenos Aires concentra gran parte del consumo nacional de combustibles, donde gran parte de ellos son demandados en el sector agroindustrial.

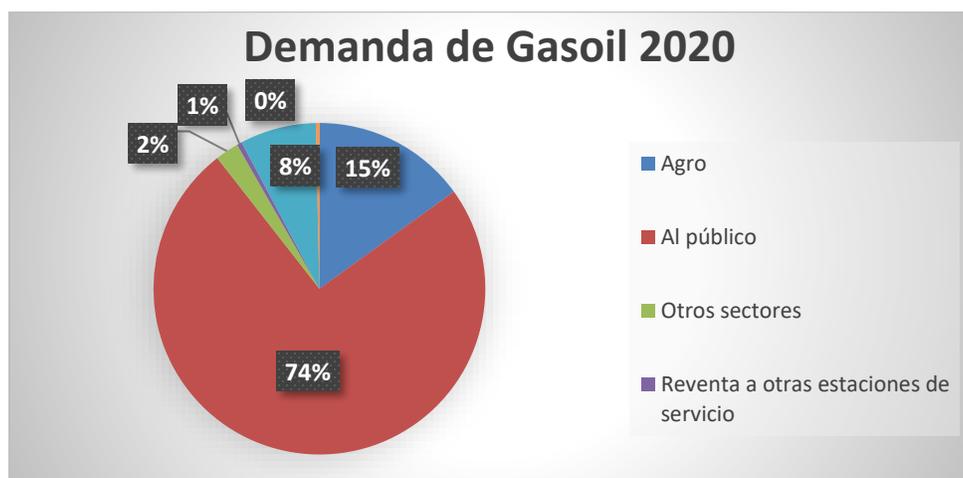


Ilustración 4 - Demanda de Gasoil en Bs As 2020

Consumo Gasoil Agro Bs As	Volumen [m3]
<b>2020</b>	<b>285.640,31</b>
ene	22.937,01
feb	21.186,07
mar	32.641,79
abr	41.376,21
may	35.838,67
jun	31.316,00
jul	23.343,19
ago	25.880,89
sep	24.983,35
oct	26.137,13
<b>Estimacion anual</b>	<b>342.768,38</b>

Ilustración 5 - Demanda de Gasoil destinado al Agro en Buenos Aires. Secretaría de Energía de Nación.

El gran potencial de este tipo de consumos se puede esquematizar en figuras cooperativas de generación de combustible para consumos agrícolas. Un modelo posible es la producción de biodiesel a través de cooperativas agrícolas, donde el valor del combustible fósil es considerablemente mayor que el costo de producción de biodiesel. Este modelo es solamente viable en el caso de que el biodiesel sea utilizado para autoconsumo por los integrantes de la Cooperativa.

#### BIOGÁS: OPORTUNIDAD PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS PECUARIOS INTENSIVOS

El Biogás es el gas producido por la fermentación de material orgánico, comúnmente desperdicios de producciones animales, obteniendo un gas combustible similar al gas de red, con la salvedad que contiene menor poder calorífico por unidad de volumen por el alto contenido de CO<sub>2</sub> (40%). El gran potencial del biogás está dado por la disponibilidad de residuos agrícolas que podrían ser utilizados con estos fines. Por otro lado, los contratos de energía que la nación ha firmado con generadores de energía eléctrica a través del programa RenovAr permitió financiar proyectos con tasas competitivas e incluyendo acuerdos de venta de energía por 20 años. A su vez, el sinceramiento tarifario impulsó a distintas empresas a evaluar la posibilidad de generar energía propia para evitar pagar los costos actuales de la energía y evitar pagar penalizaciones por incumplimientos de la ley 27.191 que exige a grandes usuarios del mercado eléctrico a autogenerar una parte de la energía que consumen.

Sin embargo, en la actualidad no se puede apreciar el aprovechamiento de este potencial, y es raro ver estas tecnologías en el territorio bonaerense. Los factores más influyentes son los siguientes:

- Energía barata: el acceso a energía a bajo costo es hizo inviable económicamente la proliferación de este tipo de tecnologías
- Falta de conciencia ambiental: la mayoría de las producciones animales no cumplen con requerimientos mínimos exigidos por los estándares ambientales.
- Altos costos de inversión: la necesidad de importar la tecnología y que no existan desarrollos nacionales fundamentalmente en fabricación de equipos específicos encarecen mucho estas tecnologías y no terminan de adaptarse a las realidades de las economías regionales de la provincia.
- Elevado tiempo de recupero de inversión: las experiencias locales en aspectos macroeconómicos y políticos hacen poco asequible la concreción de proyectos de larga duración en el tiempo por la falta de credibilidad en políticas públicas y económicas, creando perspectivas de planeamiento de corto plazo.
- Contratos de aprovisionamiento poco fiables: sujeto a la incertidumbre económica nacional, se hace difícil realizar contratos de aprovisionamiento fiables por periodos de tiempo tan extensos.

Considerando estas limitaciones, las nuevas licitaciones que se realizaron en el programa RenovAr, atienden casi a la totalidad de ellas. Por otro lado, existe un gran potencial en el desarrollo de tecnologías nacionales que se adapten a las necesidades de productores de escala media, donde se concentra el mayor potencial energético.

---

#### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE EXPLOTACIONES PECUARIAS INTENSIVAS

En cuanto al potencial por disponibilidad de insumos biomásicos para la producción de biogás, la Provincia de Buenos Aires tiene registrados los siguientes establecimientos:

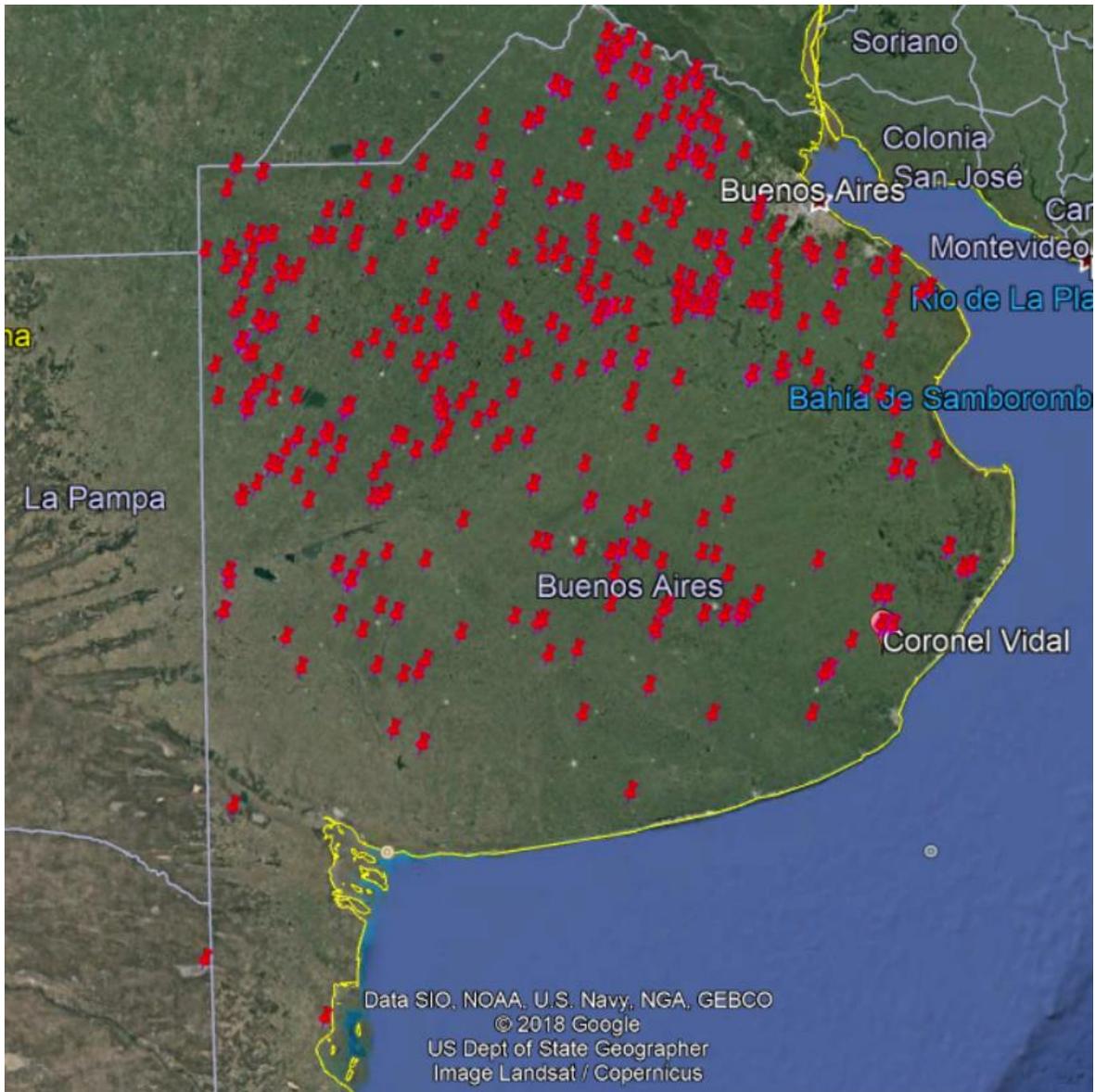


Ilustración 6 – Feedlots en PBA

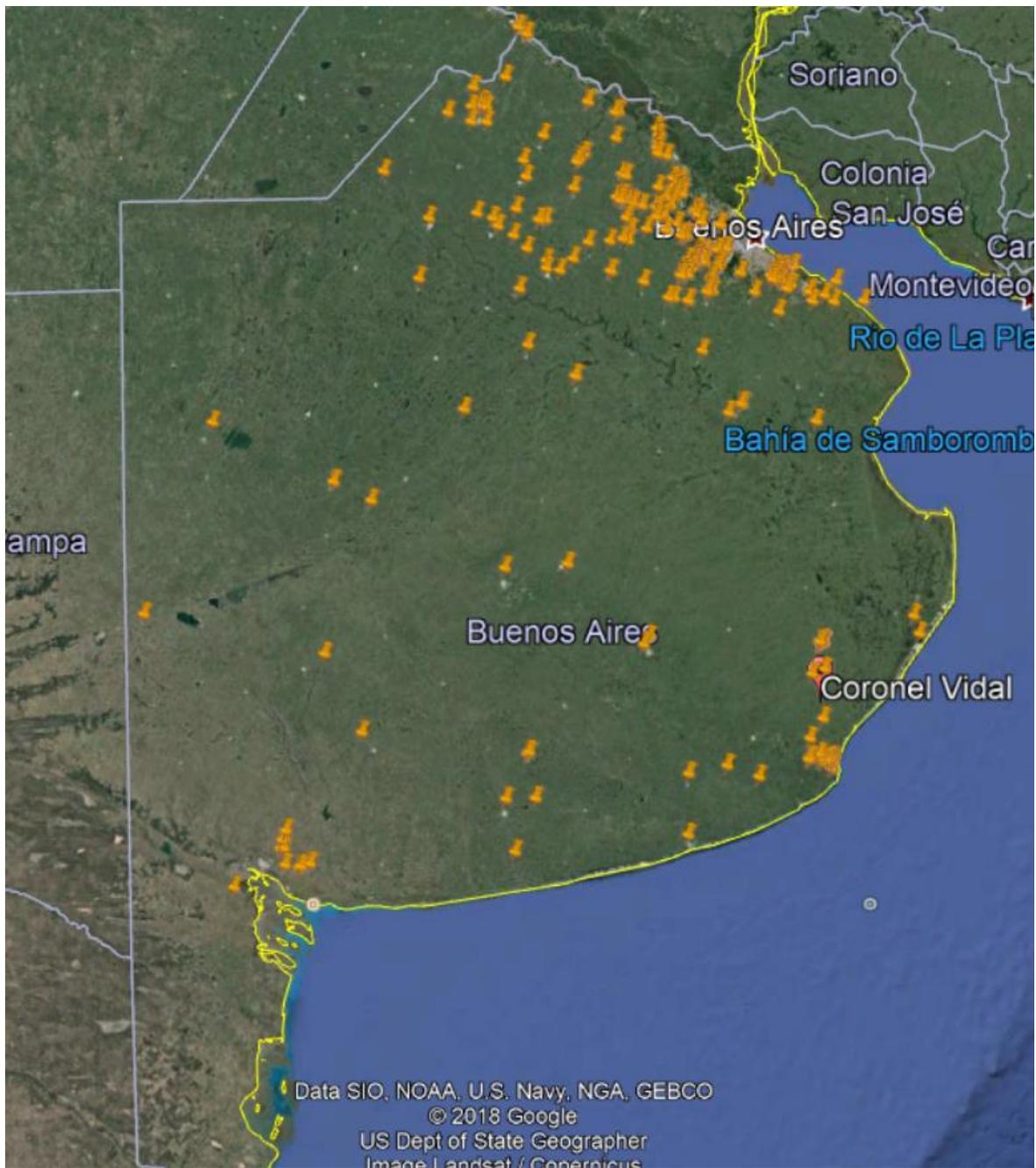


Ilustración 7 - Establecimientos avícolas (ponedoras)

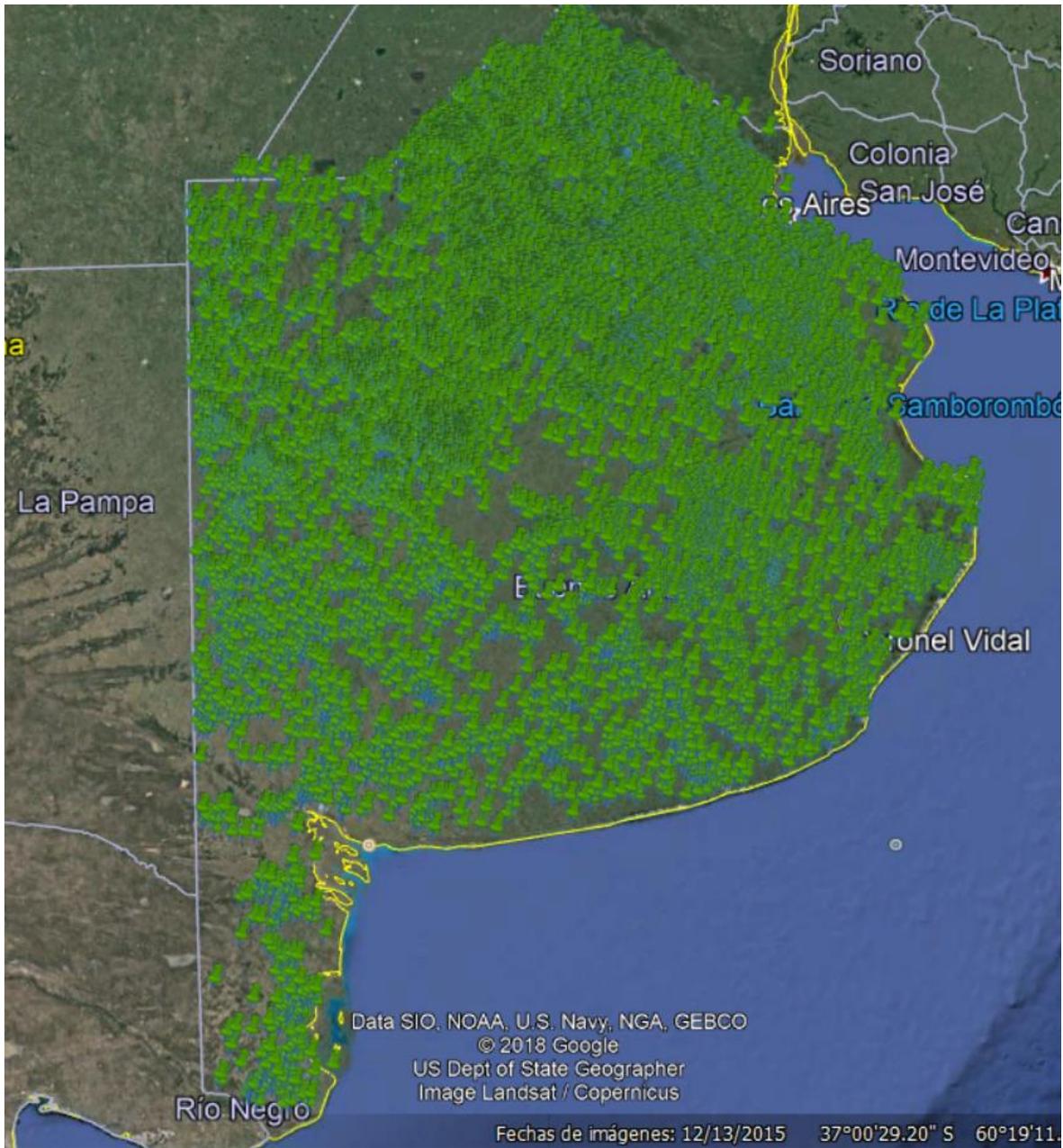


Ilustración 8 – Porcinos

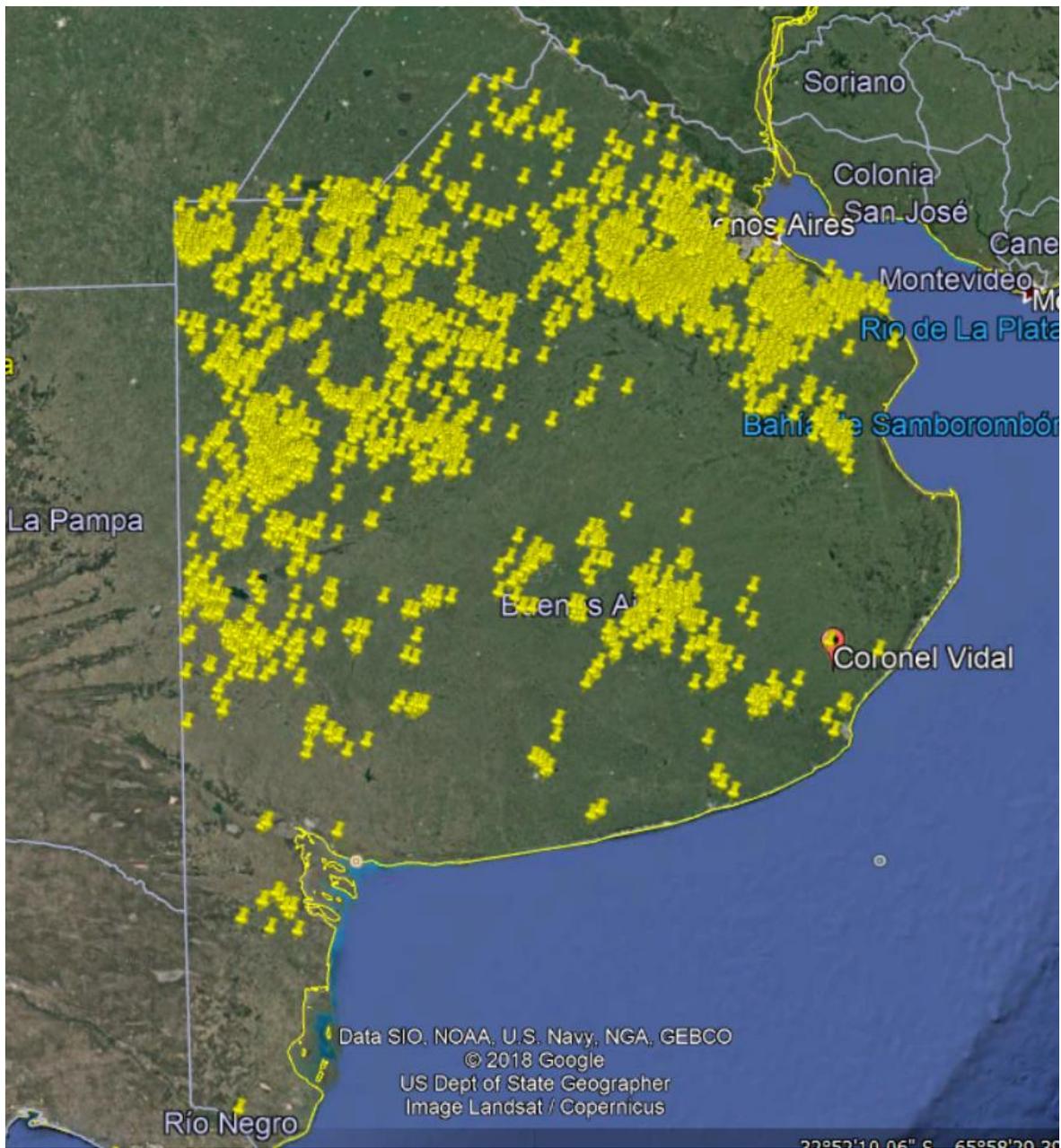
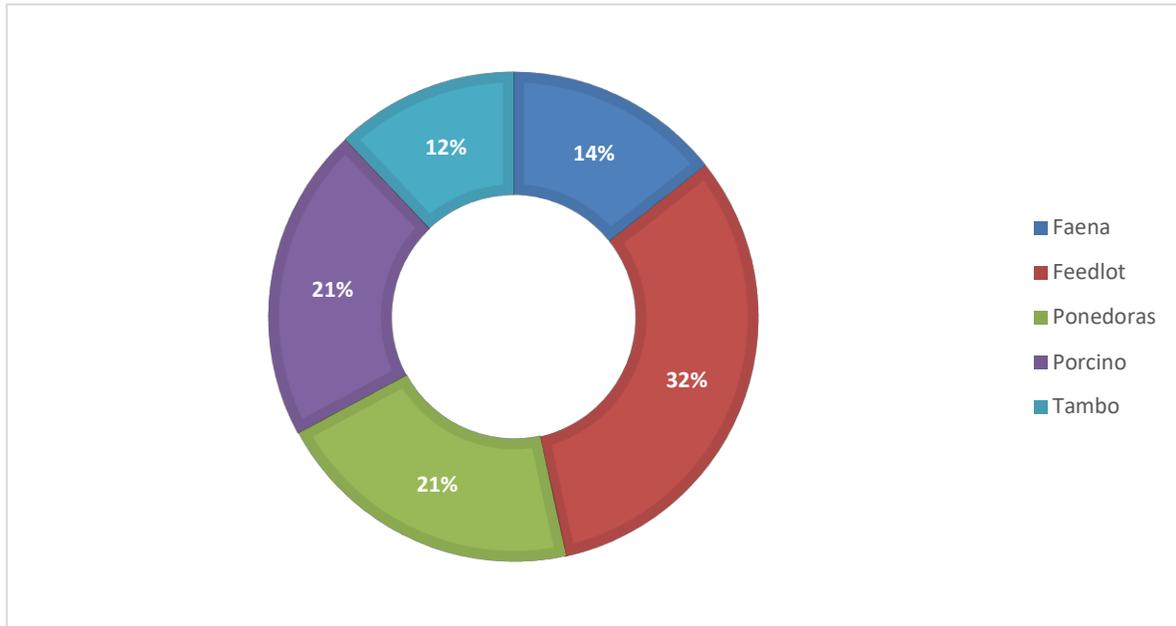


Ilustración 9 – Tambos

## ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

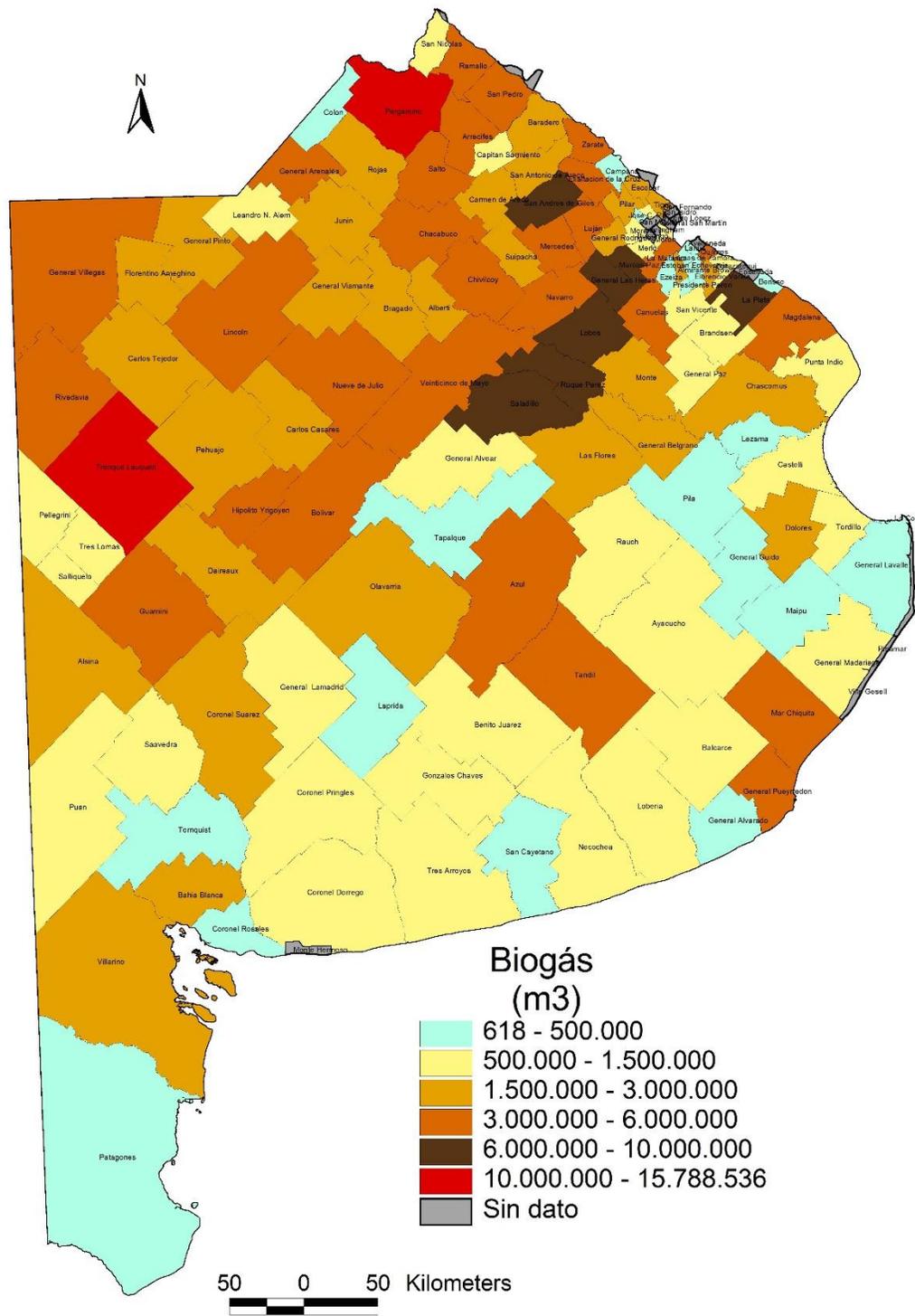
En función de datos relevados por el Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires y de los datos reales de generación de biogás en distintas explotaciones agroindustriales, se ha estimado el potencial de generación de biogás de toda la provincia.

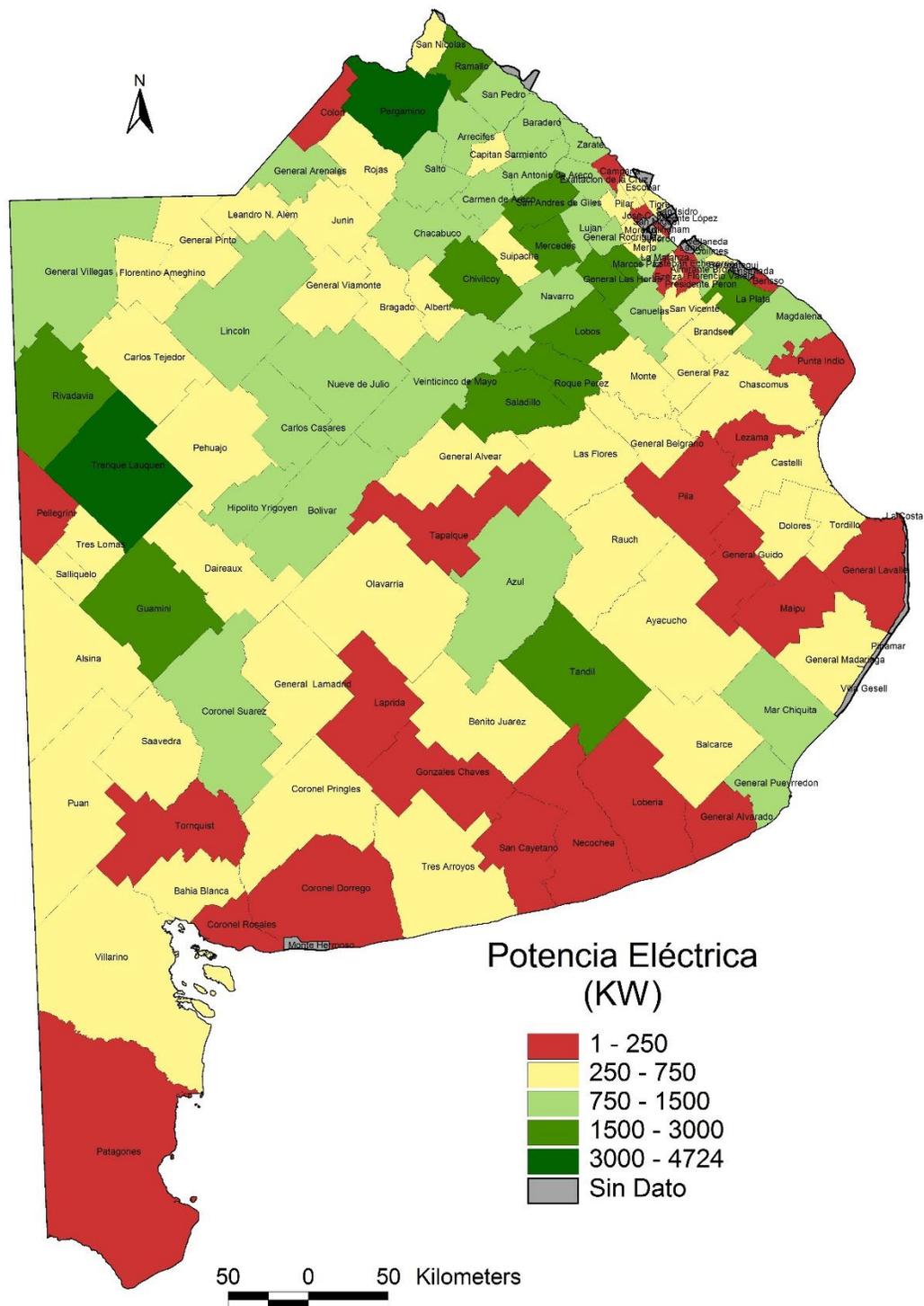
Origen del Residuo	Biogás [m3]	Potencia Eléc [KW]
Faena	44.577.094	13.337
Feedlot	100.093.530	29.946
Ponedoras	63.783.074	19.083
Porcino	64.590.493	19.324
Tambo	37.466.389	11.209
<b>Total general</b>	<b>310.510.580</b>	<b>92.898</b>



A modo de resumen podemos prever que existen una gran cantidad de establecimientos que generan una cantidad de residuos más que considerable y que se reparten a lo largo de todo el territorio bonaerense. A continuación se detallan los potenciales de producción de biogás de cada establecimientos registrado en la base de datos detallada en los gráficos anteriores, donde se realizó un cálculo estimativo basado en la cantidad de animales y su volumen de excretas para la producción de biogás medido en toneladas equivalentes de petróleo (TEP) y la potencia eléctrica que podría tener el establecimiento si plantease tener una central de generación eléctrica con un coeficiente de conversión de 41% (se tomó como referencia la eficiencia de un moto-generador de

biogás comercial). Estos cálculos se realizaron en función de un relevamiento bibliográfico y validación de datos con proveedores locales de tecnología.

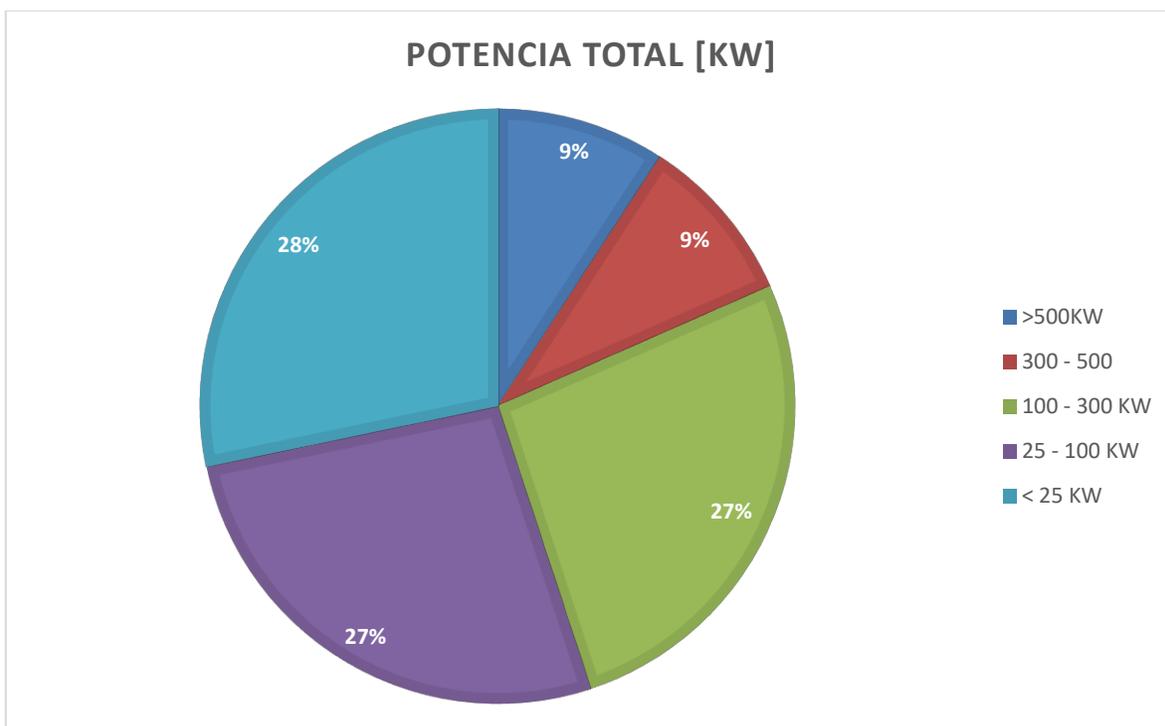




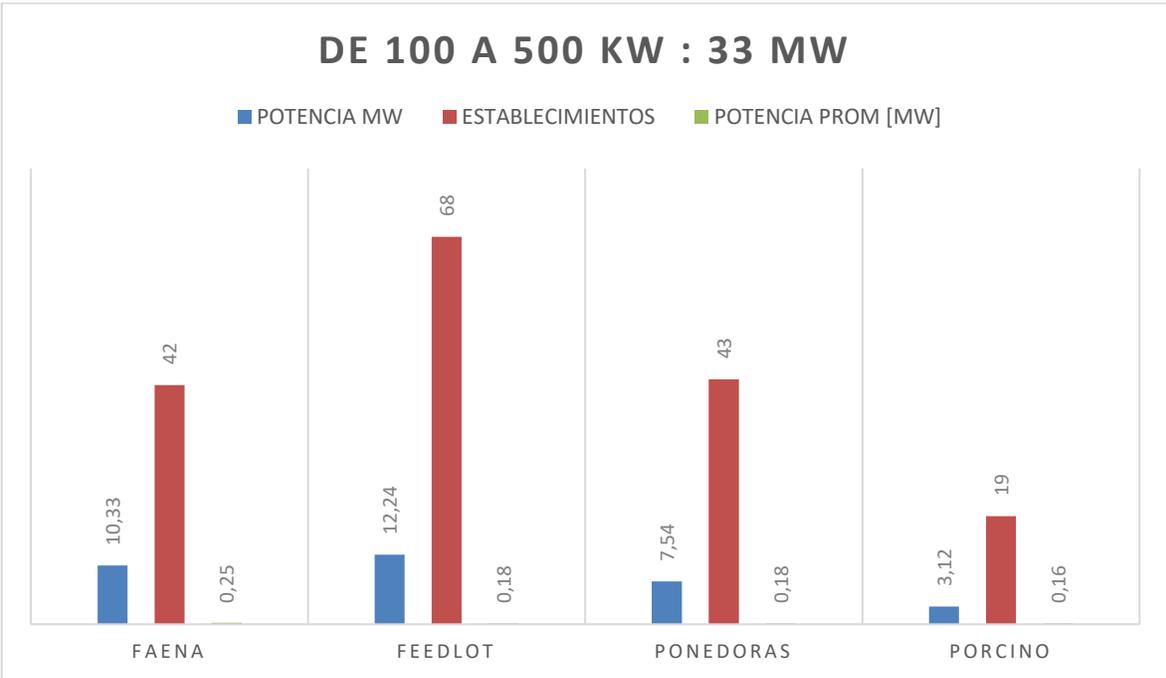
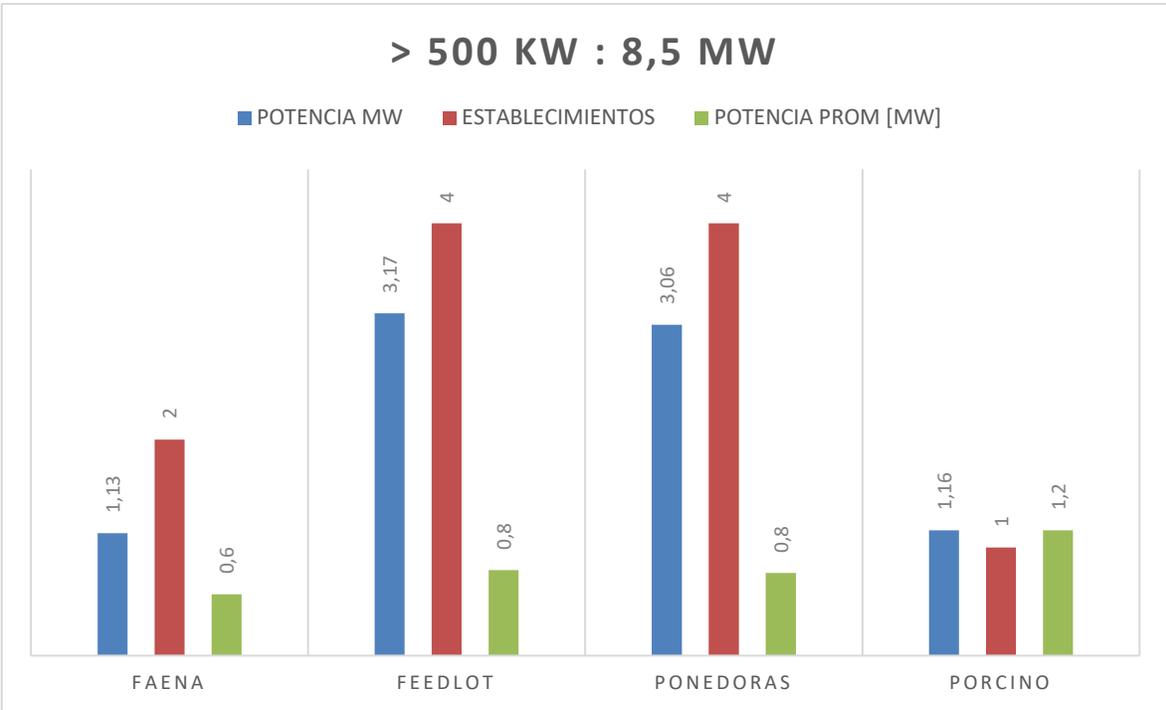
Sin embargo, cuando analizamos con mayor detalle estos números nos encontramos con algunos casos donde sería poco viable generar biogás como una unidad independiente de generación. A

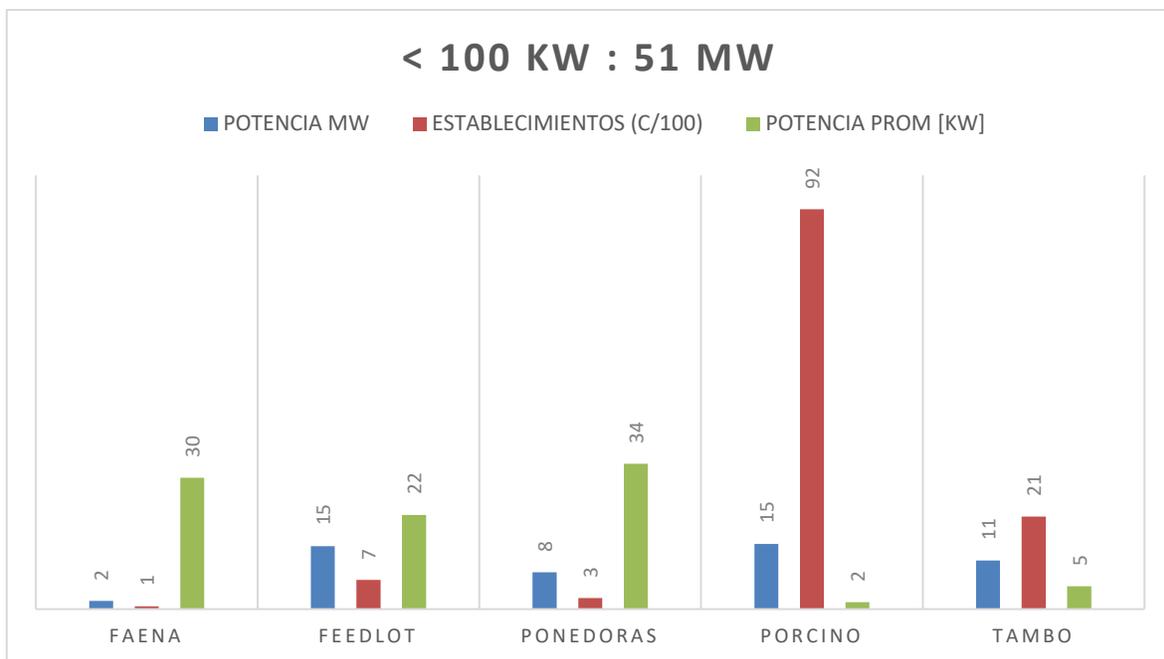
continuación, se detalla una segmentación del potencial en 3 divisiones, una primera que implica plantas mayores a 500 KW de potencia que hubiesen aplicado para el RenovAr, de 500 a 100 KW que se considerarían plantas medianas que podrían aplicar como centrales de generación distribuida, y el resto que solo parecerían viables para autoconsumo o sistemas de co-digestión:

	Renovar > 500 KW			Distribuida de 100 a 500 KW			Distribuida < 100 KW		
	Potencia [MW]	Cantidad de Establ.	Pot. Prom. [KW]	Potencia [MW]	Cantidad de Establ.	Pot. Prom. [KW]	Potencia [MW]	Cantidad de Establ.	Pot. Prom. [KW]
Faena	1,13	2	567	10,33	42	246	1,88	62	30
Feedlot	3,17	4	792	12,24	68	180	14,54	670	22
Ponedoras	3,06	4	766	7,54	43	175	8,48	253	34
Porcino	1,16	1	1.159	3,12	19	164	15,05	9.221	2
Tambo	-	-	-	-	-	-	11,21	2.135	5
	<b>8,52</b>	<b>11</b>	<b>821</b>	<b>33,23</b>	<b>172</b>	<b>191</b>	<b>51,15</b>	<b>12.341</b>	<b>18</b>



Se expresan estos mismos resultados de manera gráfica para su mejor visualización:





Como se puede ver en los gráficos, el mayor potencial en la generación de biogás no se encuentra a raíz de grandes productores, sino que la biomasa se encuentra dispersa en distintos productores de distintas dimensiones. En otras palabras, los programas como el RenovAr solamente atenderían cerca del 10% del potencial de generación de biogás a partir de residuos de producciones animales intensivas por lo que habría que generar nuevos programas específicos que apunten a promover el desarrollo de proyectos de menor escala.

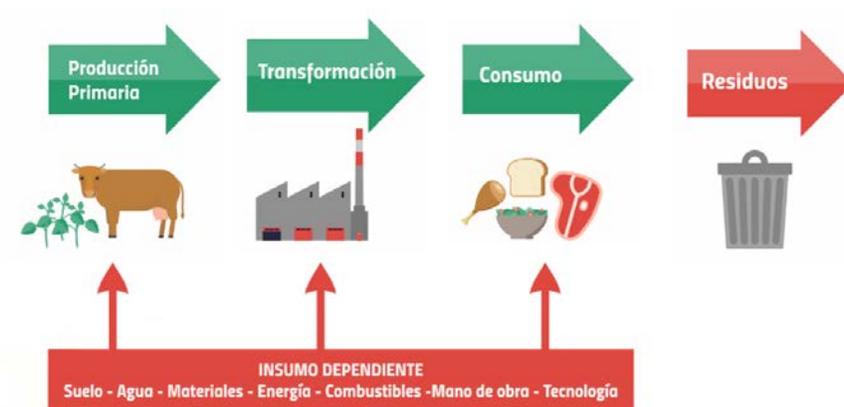
## ANÁLISIS DE SUSTENTABILIDAD

### ECONOMÍA: BIOENERGÍAS EN UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR

La Economía Circular es un concepto distinto al de la producción lineal que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible. La Economía Circular es un paradigma de actuación que ha evolucionado a partir del concepto de sostenibilidad y su aplicación en la economía, la sociedad, y el cuidado necesario del ambiente que nos rodea. Este concepto pretende transformar la economía tradicional de esquema lineal actual, en el que se extraen recursos, se transforman, se utilizan y se desechan, a un esquema donde se elimina el concepto de “deshecho” y se incorporan los conceptos de “Reutilizar”, “Reciclar” y “Reducir”. La economía circular pretende aprovechar cada material

obtenido de cada proceso de transformación productivo en un nuevo producto con valor comercial. De esta manera, este tipo de modelo intenta atender los tres pilares fundamentales de un modelo sustentable, generando beneficios ambientales, económicos y sociales. A continuación, se detalla un esquema de economía tradicional al que estamos acostumbrados de manera ilustrativa para expresar el concepto de una manera sencilla:

## ECONOMÍA TRADICIONAL



Estos esquemas buscan maximizar la producción haciendo procesos de extracción, producción y transformación más eficientes para maximizar los beneficios de su sistema cerrado que finaliza con la comercialización del producto.

Este tipo de modelos productivos nos han conducido a descuidar nuestros recursos en pos de explotarlos al máximo en un corto plazo. A raíz de estas prácticas podemos apreciar la realidad de las producciones agrícolas convencionales del territorio bonaerense donde predominan los monocultivos, el consumo de agroquímicos es desmedido e ineficiente generando en muchos casos su escurrimiento finalizando en cuerpos de agua y generando eutrofización, las prácticas de cultivo avanzan con la degradación del suelo empeorando las condiciones productivas para ciclos productivos venideros, y en muchos casos afectan el escurrimiento de aguas generando inundaciones en zonas productivas. A continuación, se detallan algunas imágenes de este tipo de fenómenos:



Pero esas no son las únicas problemáticas que podemos apreciar, sino que también se pueden apreciar problemáticas en los esquemas pecuarios intensivos que son los de mayor importancia. En este tipo de producciones, la falta de interés en el cuidado del ambiente y el encarecido interés en maximizar las ganancias lleva a los productores a la inactividad en el tratamiento de los residuos que ellos mismos generan. Todas las excretas de las producciones animales son generalmente acumuladas a cielo abierto sin realizar ningún tipo de tratamiento, quedando expuestas a precipitaciones. Esta inactividad se traduce en una serie de perjuicios ambientales y sociales, empezando por la aparición de moscas que actúan como transmisores de enfermedades, contaminación visual, generación de olores, emisiones de gas metano (gas de efecto invernadero con un factor de emisión 21 veces mayor que el de CO<sub>2</sub>), infiltración de nutrientes y bacterias a cuerpos de agua en napas subterráneas, y transmisión de enfermedades por consumo de agua.



A raíz de estas problemáticas es que debemos empezar a pensar en producciones sustentables, diseños inteligentes de los procesos de transformación, un consumo responsable e incorporar los conceptos de reutilizar, revalorar y reciclar para reducir al máximo los residuos.



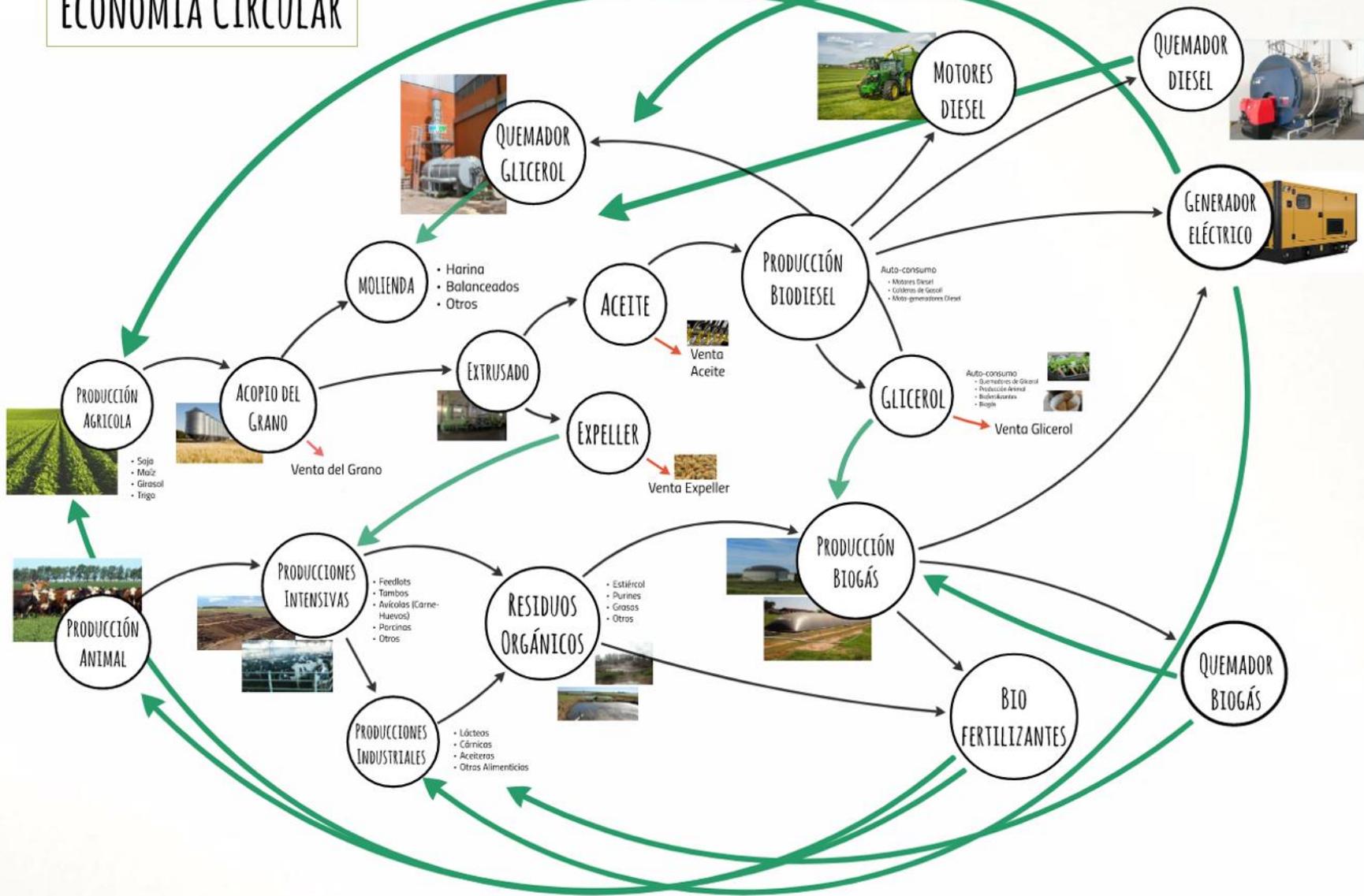
La propuesta para trabajar con la economía circular en Provincia de Buenos Aires consta en unificar dos modelos productivos en un único modelo de economía circular. Se propone que de la

producción de soja se puedan obtener aceites que sean utilizados para la producción de biodiesel, y que a su vez el biodiesel sea utilizado para autoconsumo en las producciones agrícolas. En el proceso de industrialización de la soja se obtienen dos sub-productos, el expeler y el aceite. El expeler es un producto con valor comercial de gran utilidad para la producción animal por lo que podría tener ese destino. El aceite es luego utilizado para la producción de biodiesel, cuyo proceso genera un subproducto llamado Glicerol. El Glicerol tienen varias aplicaciones, pero hoy la más estudiada por cuestiones económicas es la de su aplicación como insumo energético en la producción de biogás. Sin embargo, el glicerol también podría ser utilizado como abono orgánico, pero más aún como insumo energético en el caso de que el mismo pueda ser quemado en calderas. La quema del glicerol tiene la particularidad de requerir altas temperaturas de ignición para incinerar las acroleínas y evitar las emisiones de las mismas que podrían ser cancerígenas. Otra de las aplicaciones del biodiesel puede ser la utilización en reemplazo de gasoil en moto-generadores diésel, con el fin de generar electricidad, que hoy es un servicio poco disponible en zonas industriales de la provincia.

Las producciones pecuarias intensivas, consumidoras de expeler de producciones de soja, tienen grandes problemas con los residuos que generan e incumplen con legislaciones locales poniendo en riesgo la continuidad de sus negocios. De esta manera la producción de biogás transformaría los residuos en insumos productivos en la generación de energía eléctrica, térmica y abonos orgánicos. La producción de biogás en estos modelos podría acumular los residuos de producciones pecuarias intensivas de distintos orígenes, sumando el glicerol de las producciones de biodiesel para así generar biogás y bio-abono. El biogás a su vez podría ser utilizado en quemadores una vez depurado o bien para la generación de energía eléctrica. Al generar energía eléctrica con biogás, mediante motores de cogeneración se puede aprovechar el calor residual para el calentamiento de agua y su posterior utilización en aplicaciones industriales en las que se utilicen calderas para sus procesos productivos. El bioabono obtenido, podría utilizarse nuevamente en producciones agrícolas, cerrando el ciclo de economía circular.

# MODELOS AGROPRODUCTIVOS

## ECONOMÍA CIRCULAR



---

## VALOR AGREGADO DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA SOJA PARA PRODUCIR BIODIESEL

En el año 2018 solamente el 13% de la producción de soja en Buenos Aires es destinada a procesos de transformación a través de la industria aceitera, y el 87% restante es exportado de la Provincia sin recibir ningún proceso de agregado de valor.

En el caso de que se llegue a una industrialización del 50% de la soja, implicaría un valor agregado en origen de 465 millones de US\$ al año, lo cual implicaría un potencial de producción de biodiesel de 1,57 millones de toneladas anuales valuadas en 932 millones de US\$, que a su vez serían suficientes para abastecer el 100% del consumo de gasoil destinado a la generación eléctrica de la provincia.

Por otro lado, este tipo de industrialización se estima que podría estar repartida en 70 partidos que hoy cuentan con potencial productivo.

---

## VALOR AGREGADO DEL BIOGAS PARA REEMPLAZO DE GLP Y GENERACIÓN ELÉCTRICA

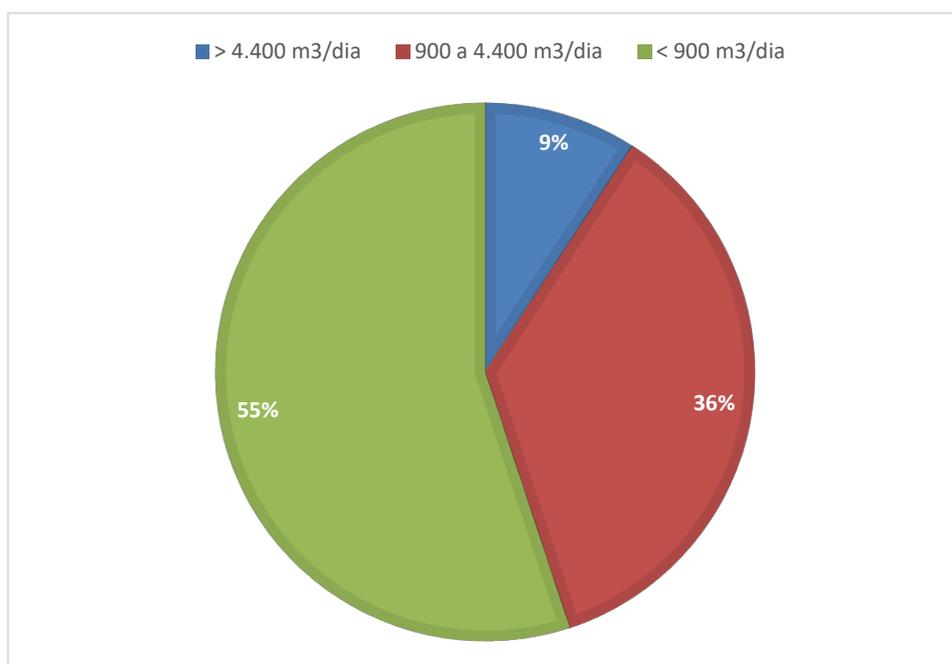
El biogás es un producto que se genera a partir de la transformación de un residuo, que a su vez genera otro subproducto de gran valor agregado que es el digerido o digestato, el cual funciona como un abono orgánico. Teniendo en consideración que el poder calorífico del biogás es del orden de las 5.500 kcal y que el del gas natural es de 9.300 kcal, y considerando que el potencial de producción de la provincia es de 164 millones de m<sup>3</sup>/día, tenemos un potencial de biogás equivalente a 97 millones de metros cúbicos de gas natural por día.

Para distinguir entre los distintos volúmenes de producción se realizaron tres categorías de plantas diferentes, la primera de plantas menores a 900m<sup>3</sup>/día (equivalente a plantas menores a 100KW eléctricos), la segunda de 900 a 4.400m<sup>3</sup>/día (equivalentes a plantas de 100 a 500KW eléctricos) y la última para volúmenes de producción mayores a 4.400m<sup>3</sup>/día (equivalente a plantas mayores a 500KW eléctricos).

Como se puede apreciar en la figura siguiente, el 55% de los establecimientos tienen un potencial de generación de gas de menos de 900 m<sup>3</sup> día a 9.300 kcal. Este último dato refleja la importancia

de atender este tipo de producciones y buscar estrategias para el autoconsumo de biogás, generación eléctrica distribuida o programas de co-digestión involucrando a muchos productores.

Etiquetas de fila	Biogás [m3/año]	Gas a 9.300 kcal [m3/año]
< 900 m3/dia	170.963.971	101.107.725
>4.400 m3/dia	28.488.835	16.848.236
de 900 a 4.400 m3/dia	111.057.775	65.679.329
<b>Total general</b>	<b>310.510.580</b>	<b>183.635.289</b>



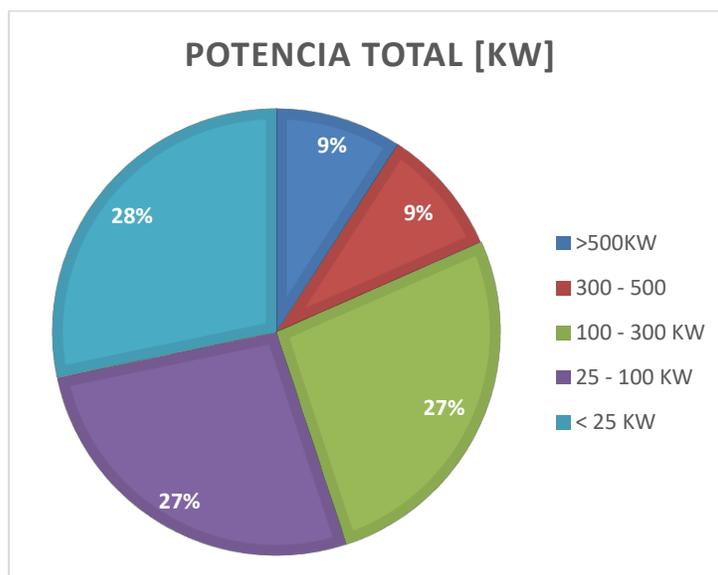
Para entrar un poco más en detalle y teniendo en cuenta la disponibilidad de plantas comerciales, se realizó la siguiente segmentación:

- Menores a 25 KW: Este mercado representa plantas de muy baja escala muy poco atractivas para empresas internacionales por lo que exigen desarrollo de tecnología local de muy bajo costo. Este tipo de plantas suelen ser de baja eficiencia y no suelen utilizarse para generación de energía eléctrica, sino que para la generación de energía térmica.
- Entre 25 y 100 KW: Este tipo de plantas es de poco interés para empresas internacionales e implica un desarrollo nacional desafiante. Estas plantas pueden ser muy costosas si se importa la tecnología. Resulta interesante pensar en un desarrollo nacional con

componentes importados en las tecnologías del tratamiento del biogás y de los motogeneradores hasta que se generen proveedores locales. Sin embargo, en los últimos años comenzaron a aparecer algunas empresas locales que están realizando obras en estas escalas que sería un desarrollo económico fomentar.

- Entre 100 y 300 KW: Este segmento presenta características similares al caso anterior con la diferencia que comienza a complejizarse el diseño e infraestructura del biodigestor y comienza a requerirse una mayor inversión en el mismo.
- Entre 300 y 500 KW: Este tipo de plantas ya tienen un nivel de complejidad elevado con la particularidad el CAPEX requerido es muy elevado por KWh eléctrico generado. Son plantas que requieren tecnología adecuada cuyo costo es muy elevado en proporción a la energía que generan.
- Mayores a 500 KW: Este segmento de plantas requiere de altos lineamientos de calidad y eficiencia. Este tipo de plantas de biogás respetan una economía de escala (mientras mayor sea la planta, menor será el costo por MWh).

Etiquetas de fila	Potencia Total [KW]	Plantas potenciales
>500KW	8.523	11
300 - 500	8.565	24
100 - 300 KW	24.661	148
25 - 100 KW	24.880	504
< 25 KW	26.269	11.837
<b>Total general</b>	<b>92.898</b>	<b>12.524</b>



A modo de análisis, el mayor potencial se encuentra en las plantas de baja escala que serían las más sencillas para desarrollar a escala nacional. Por otro lado, es interesante pensar que la inversión inicial en plantas de baja y mediana escala se vería fuertemente reducida si se aprovechara la energía térmica en lugar de generar solamente energía eléctrica. Se estima que el 40% de la inversión inicial está destinada a los equipos de generación de energía eléctrica. Es por este motivo,

que en países más desarrollados en estas tecnologías se está tendiendo a dejar de utilizar el biogás para la generación eléctrica para empezar a ser destinado a la obtención de energía térmica, como combustible para vehículos o inyectándolo en redes para consumo domiciliario/industrial mediante la transformación en biometano.

A continuación, se detallan los consumos de gas por área de concesión de las distintas distribuidoras en el 2016, marcadas en rojo las de mayor participación en Buenos Aires. Como se puede apreciar, el total de las tres distribuidoras marcadas en el gráfico suman un total de 55,8 millones de m<sup>3</sup>/día de 9300 kcal, siendo el potencial de biogás de 0,5 millones de m<sup>3</sup>/día a 9300 kcal, apenas alcanza para abastecer el 1% de la demanda. Si actualizamos los datos al 2019, el total de gas a 9.300 kcal ascendería a 56,9 millones de m<sup>3</sup>/día (2% más que en 2016).

No obstante, la importancia también radica en su ubicación: el biometano puede ser producido más cercano a los centros de consumo, no necesita transporte (gasoductos troncales).

INFORME ENARGAS 2016

Cuadro IV-2.c / Gas entregado por área de licencia y tipo de servicio. (MM m<sup>3</sup>/día de 9300 Kcal.)

ÁREA DE LICENCIA	RESIDENCIAL	GRANDES USUARIOS			SDB	TOTAL
		SG-P	+ SG G <sup>(1)</sup>	GNC		
METROGAS	5,634	1,287	12,045	1,424	0,007	20,398
GAS NATURAL BAN <sup>(2)</sup>	4,858	0,983	5,084	1,536	0,065	12,526
LITORAL GAS	2,038	0,478	13,072	0,763	0,386	16,738
DISTRIBUIDORA DE GAS DEL CENTRO	2,003	0,415	3,758	1,208	0,235	7,619
GASNOR	0,882	0,391	9,799	0,804	0,014	11,889
DISTRIBUIDORA DE GAS CUYANA	2,060	0,414	3,434	0,766	0,194	6,868
CAMUZZI GAS PAMPEANA	5,117	1,066	14,658	0,953	1,125	22,920
CAMUZZI GAS DEL SUR	6,781	1,493	13,197	0,150	0,672	22,294
GAS NEA	0,267	0,131	0,329	0,139	0,289	1,154
<b>TOTAL</b>	<b>29,640</b>	<b>6,659</b>	<b>75,376</b>	<b>7,744</b>	<b>2,987</b>	<b>122,406</b>

(1) Incluye Grandes Usuarios de Distribuidores (servicios ID, IT, FD, FT y by pass comerciales); Usuarios Gral. G; Usuarios directos de las Transportistas (by pass físicos); gas de proceso (RTP Cerri) y consumo de centrales eléctricas en boca de pozo (off system).  
 (2) Los datos de Gas Natural Ban S.A. correspondientes al período mayo-diciembre 2016 son provisorios.

Sin embargo, si tomamos en consideración el mercado del GLP el escenario cambia radicalmente. A continuación, se detalla la demanda de GLP en la provincia:

En este caso, si se aprovecharse el 70% del potencial de producción de biogás alcanzaría para abastecer el 100% de la demanda de GLP en Provincia de Buenos Aires, año 2016.

Etiquetas de fila	Kg de GLP	m3 a 9.300 Kcal	AR\$	USD
<b>BUENOS AIRES</b>				
Enero	7.012.145	8.905.424	150.761.118	5.384.326
Febrero	6.523.135	8.284.381	140.247.403	5.008.836
Marzo	8.014.820	10.178.821	172.318.630	6.154.237
Abril	7.450.530	9.462.173	160.186.395	5.720.943
Mayo	8.889.595	11.289.786	191.126.293	6.825.939
Junio	10.953.250	13.910.628	235.494.875	8.410.531
Julio	11.480.700	14.580.489	246.835.050	8.815.538
Agosto	10.021.220	12.726.949	215.456.230	7.694.865
Septiembre	8.808.700	11.187.049	189.387.050	6.763.823
Octubre	7.938.515	10.081.914	170.678.073	6.095.645
Noviembre	7.086.850	9.000.300	152.367.275	5.441.688
Diciembre	6.257.235	7.946.688	134.530.553	4.804.663
<b>Total general</b>	<b>100.436.695</b>	<b>127.554.603</b>	<b>2.159.388.943</b>	<b>77.121.034</b>
<b>Consumo Diario</b>	<b>275.169</b>	<b>349.465</b>	<b>5.916.134</b>	<b>211.291</b>

Teniendo en cuenta que la garrafa de 10 kg de GLP tiene un valor comercial estimado de 600 ARS y que el consumo anual equivale a 10 millones de garrafas, el valor total asciende a 6 mil millones de pesos argentinos, valuados en 70 millones de dólares anuales a un tipo de cambio de 85 AR\$/USD. Gran parte de ese dinero dejará de fugar de la provincia para la compra de gas importado de otras provincias o en concepto de impuestos nacionales.

Por otro lado, partiendo de la base de que existen 600 MW instalados de generación a gasoil, con un costo promedio de 350 USD/MWh generado, se plantea también la oportunidad de generar electricidad con biogás. En el caso de que se evalúe la posibilidad de generar electricidad, tomando el valor de referencia de 150 USD/MWh del RenovAr, y considerando aprovechar el 9% del potencial teórico total (plantas mayores a 500 KW de potencia eléctrica), tenemos un potencial de valor agregado de alrededor de 8,5 MW de potencia, por 24 horas al día, nos daría unos 204 MWh por día, y unos 74.460 MWh al año lo que representaría unos 11 millones de dólares al año.

En resumen, se podría generar un valor agregado total de 91 millones de dólares anuales aprovechando el 80% de la biomasa utilizable para biogás. Cabe mencionar que, a diferencia del

biodiesel, el valor agregado en este caso no está dado solamente por el valor de la energía que genera, sino que también por el valor del pasivo ambiental que remedia, por el valor del abono orgánico que podría generarse, y el valor de las inversiones asociadas para la ejecución de cada proyecto.

## AMBIENTE: OBLIGACIONES Y BENEFICIOS

### COMPROMISOS INTERNACIONALES

Más allá del compromiso asumido por la Nación en la reforma constitucional de 1994, donde se incorporan los artículos 41 y 43, en la protección del ambiente, también avanza sobre esta temática consagrando su compromiso con convenios internacionales que persiguen los mismos fines. Los principales tratados internacionales en materia ambiental ratificados por la Argentina son:

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (aprobada por Ley 24.295)
- Protocolo de Kyoto (aprobado por Ley 25.438)
- Convención de las Naciones Unidas sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (aprobada por Ley 21.836)
- Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (aprobado por Ley 25.389)
- Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR (aprobado por Ley 25.841)
- Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (aprobada por Ley 24.701)
- Convención de Basilea (aprobado por Ley 23.922 )
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (aprobada por Ley 24.375 )
- Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (aprobado por Ley 24.216 )
- Convención sobre Humedales de Importancia Internacional (aprobada por Ley 23.919 )
- Convenio de Viena para protección de la Capa de Ozono (aprobado por Ley 23.724)
- Vinculación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas

---

## BENEFICIOS AMBIENTALES DE LAS BIOENERGÍAS

La promoción de bioenergías dentro del marco del desarrollo sustentable provincial no solo debe considerar los beneficios económicos y sociales, como la generación de empleo y la oportunidad de promover el agregado de valor en origen de las producciones primarias, sino también contemplar los potenciales impactos –sean estos positivos como negativos- que su desarrollo e implementación provocarán en el ambiente.

Para analizar e identificar los potenciales riesgos e impactos ambientales de cada bioenergía, se considera el origen de la materia prima necesaria y las actividades precedentes.

---

## BIOGÁS

La producción de biogás constituye una estrategia de solución ambiental ante el tratamiento de los residuos líquidos, semisólidos y sólidos que se generan en las actividades agroproductivas intensivas y agroindustriales.

En la actualidad la mayoría de los establecimientos que generan este tipo de residuos, no cuentan con el tratamiento adecuado, provocando pasivos ambientales en el entorno natural y urbano en los que son arrojados y/o depositados:

- Degradación de las aptitudes del recurso suelo, ya que alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo.
- Contaminación de los cuerpos de agua superficial, acuíferos y napas freáticas, al alterar las propiedades químicas y biológicas, poniendo en riesgo la salud de las poblaciones aledañas y de los animales que la consuman.
- Riesgo de eutrofización de los cuerpos de agua superficial y subterránea por el aumento de la concentración de nutrientes.

La materia prima necesaria para alimentar los Biodigestores necesariamente debe ser de origen orgánico, por tanto se aprovecharían: las excretas animales (líquidas y sólidas) de las producciones intensivas, el agua del lavado de las instalaciones (producciones intensivas (tambos, criaderos de

cerdos, feed lots) e instalaciones agroindustriales), la cama de pollo de las producciones avícolas (huevos), las aguas rojas (sangre, grasas) y las aguas verdes (lavado de vísceras y corrales) provenientes de los frigoríficos y mataderos.

El tratamiento de los residuos a partir de la promoción de la producción de biogás, traerá como beneficios ambientales:

- ✓ Reducción del aporte de emisiones de GEI (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) - Mitigación frente al Cambio Climático
- ✓ Reducción de la incidencia de moscas
- ✓ Reducción de la emisión de amoníaco (NH<sub>3</sub>) y por consiguiente de olores
- ✓ Reducción al mínimo del riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas
- ✓ Mejora las condiciones de higiene laboral
- ✓ Mejora la sanidad del entorno natural y las áreas urbanas y asentamientos próximos

Para generar energía eléctrica a partir de la quema del biogás, se requiere un paso previo de purificación, por lo general se utilizan sustancias químicas como por ej. Dióxido de hierro. Este proceso genera subproductos (ej. mezcla de óxido de hierro y azufre) que deben ser almacenados, usados y eliminados en forma técnicamente correcta para provocar el menor impacto en el ambiente.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Referencias:

Araque et al., 2006. Alojamiento alternativos e impacto ambiental en la producción alternativa de cerdos. Aníbal J. Pordomingo, 2003. Gestión ambiental en el feed lot. INTA Anguil, La Pampa, Argentina. Carlos Mastandrea et al., 2005. Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana 2005; 39 (1): 27-36.

## BIODIESEL

En lo que respecta a la producción de Biodiesel, como la materia prima propuesta en este caso son los granos de soja, el foco de atención debe ponerse en los impactos de la actividad primaria: la Agricultura Extensiva.

Según la línea que acompañe esta política, sea de intensificación de las producciones o aumento de las tierras productivas, y de las prácticas de manejo que se promuevan/impulsen, serán los diferentes impactos/riesgos sobre el entorno circundante:

- Aumento de emisiones de GEI por producción y consumo de fertilizantes inorgánicos (Óxido nitroso -  $N_2O$ )
- Riesgo de eutrofización de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, por escorrentía/lixiviación de nutrientes (de nitratos y fosfatos)
- Contaminación de cuerpos de agua (superficial, subterránea) por mal uso/ residuos de agroquímicos
- Pérdida de biodiversidad como consecuencia del aumento del consumo de agroquímicos
- Impactos en la salud de los trabajadores, poblaciones aledañas y animales, por el aumento del uso de agroquímicos (dispersión por el viento, contaminación de agua de bebida)
- Monocultivo – aumenta los procesos de degradación de los suelos, impacta en la pérdida de materia orgánica, la pérdida neta de nutrientes, por lo tanto, provoca una disminución de la fertilidad y aumento de su vulnerabilidad frente a eventos extremos climáticos

Si se promueve la intensificación de las producciones existentes, cabe mencionar:

- Aumento del uso de los paquetes tecnológicos (fertilizantes, fitosanitarios, variedades de semillas, OGM, etc).

- Potencial aumento de transformación de tierras a regadío - Atención a la gestión del recurso hídrico, por potenciales riesgos de sobre-explotación y contaminación de acuíferos o aguas superficiales, consecuencia principal del mal uso de los insumos químicos.
- El riego no controlado puede aumentar los problemas de salinización e hidromorfismo en los suelos de la Provincia de Buenos Aires.

Mientras que si se promueve la expansión de la frontera agrícola:

- Riesgo de pérdida de biodiversidad, por avanzar sobre áreas de vegetación natural - pastizales, bosques, bordes de lagunas, etc.
- Y nuevamente el riesgo de transformar tierras a regadío.

Cabe mencionar que la promoción de los biocombustibles a partir de alimentos como materia prima es controversial – riesgo de aumento de precios de los alimentos, como consecuencia de la competencia frente a los biocombustibles y el dilema ético que esto conlleva.

Beneficios ambientales de estas bioenergías:

- ✓ Quema de combustible derivado de biomasa genera menos emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) que los combustibles fósiles.
- ✓ Biorefinerías - sostenibilidad de un proceso, cuando cada una de las sustancias involucradas es aprovechada al máximo, dejando pocos residuos y, en cambio, oportunidad de generar productos con valor agregado
- ✓ Reducción de emisiones de GEI por las mejoras en la logística de distribución de biocombustibles -más eficiente

- ✓ Los biocombustibles están libres de sulfuros, por lo que su uso, ya sea sustituyendo totalmente al combustible fósil o en mezcla, reduce las emisiones de SO<sub>2</sub> por litro consumido.
- ✓ Emiten menos monóxido de carbono (CO) y material particulado (MP) que los combustibles fósiles.<sup>3</sup>

## SOCIEDAD: GENERACIÓN DE EMPLEO E INDUSTRIALIZACIÓN

En el caso de biodiesel, las grandes empresas que hoy existen en la Provincia de Buenos Aires y en el resto de la Argentina producen miles de toneladas diarias de combustibles para ser vendidas al corte o para exportación, donde no es necesario emplear muchas personas. La operación de una planta de biodiesel no es compleja y puede realizarse por un único operario capacitado por turno, será necesario también contar con un jefe de planta que se ocupe de la planificación y tareas administrativas, siendo necesario también un profesional de mantenimiento. Esta relación es independiente del tamaño de la planta, por lo que, si se buscara generar empleos al promover esta tecnología, el foco debería estar puesto en la creación de pequeñas plantas de biodiesel repartidas en todo el territorio bonaerense.

El caso de biogás es bastante similar. No se requiere una dotación de personal muy grande para operar una planta, sin embargo, cuando se la compara con otras fuentes de generación de energía renovable, la cantidad de empleos que se generan por MW es mucho mayor que el del resto de las tecnologías. En el caso de una planta de biogás de 1 MW que esté operativa las 24 horas se requerirán al menos 9 empleados, mientras un parque eólico de 100 MW puede ser operado por 6 personas.

En las distintas localidades de la Provincia de Buenos Aires se pueden observar reiteradamente las mismas falencias para el desarrollo industrial, falta de infraestructura energética para el desarrollo. A su vez, las líneas de transporte de gas y electricidad se encuentran colmadas y apuntadas a abastecer una creciente demanda focalizada en la Capital Federal lo que conduce a desatender la

---

<sup>3</sup> Ref.

Gomez et al., 2008. Consideraciones ambientales en torno a los biocombustibles líquidos. CEPAL - Serie Medio ambiente y desarrollo No 137. Santiago de Chile.

posibilidad de generar desarrollo local. Por otro lado, los distintos municipios de la Provincia no solamente tienen problemas con el abastecimiento de energía y su calidad, sino que también se encuentran enormemente preocupados por las consecuencias ambientales de las producciones agro-intensivas y de los residuos sólidos urbanos.

La tecnología de biogás no solamente nos permite generar energía térmica y eléctrica, sino que también es una tecnología diseñada para realizar el tratamiento integral de los residuos agro-intensivos y de la fracción orgánica de los residuos urbanos e industriales. Las empresas radicadas en distintos municipios podrían no solamente encontrar una forma ecológica para el tratamiento de sus residuos, sino que también podrían generar su propia energía eléctrica o térmica. Por otro lado, cabe mencionar que las energías producidas por este tipo de tecnologías tienen la gran ventaja que puede ser consumida en cualquier momento del día sin necesidad de acudir a costosas baterías.

## OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES DE LAS BIOENERGÍAS

### CASOS EN LOS QUE EL PRECIO DEL BIOCOMBUSTIBLE ES MENOR AL COMBUSTIBLE FÓSIL

Históricamente, el precio del gasoil sube de manera consecuente con la devaluación de la moneda local. A su vez, el valor del crudo está atravesando un momento histórico bastante impredecible, que aparenta estabilizarse en un valor entre 40 y 50 USD/BEP (Barriles Equivalentes de Petróleo):



Ilustración 10 - Precios del Crudo Secretaría de Energía hasta marzo 2020

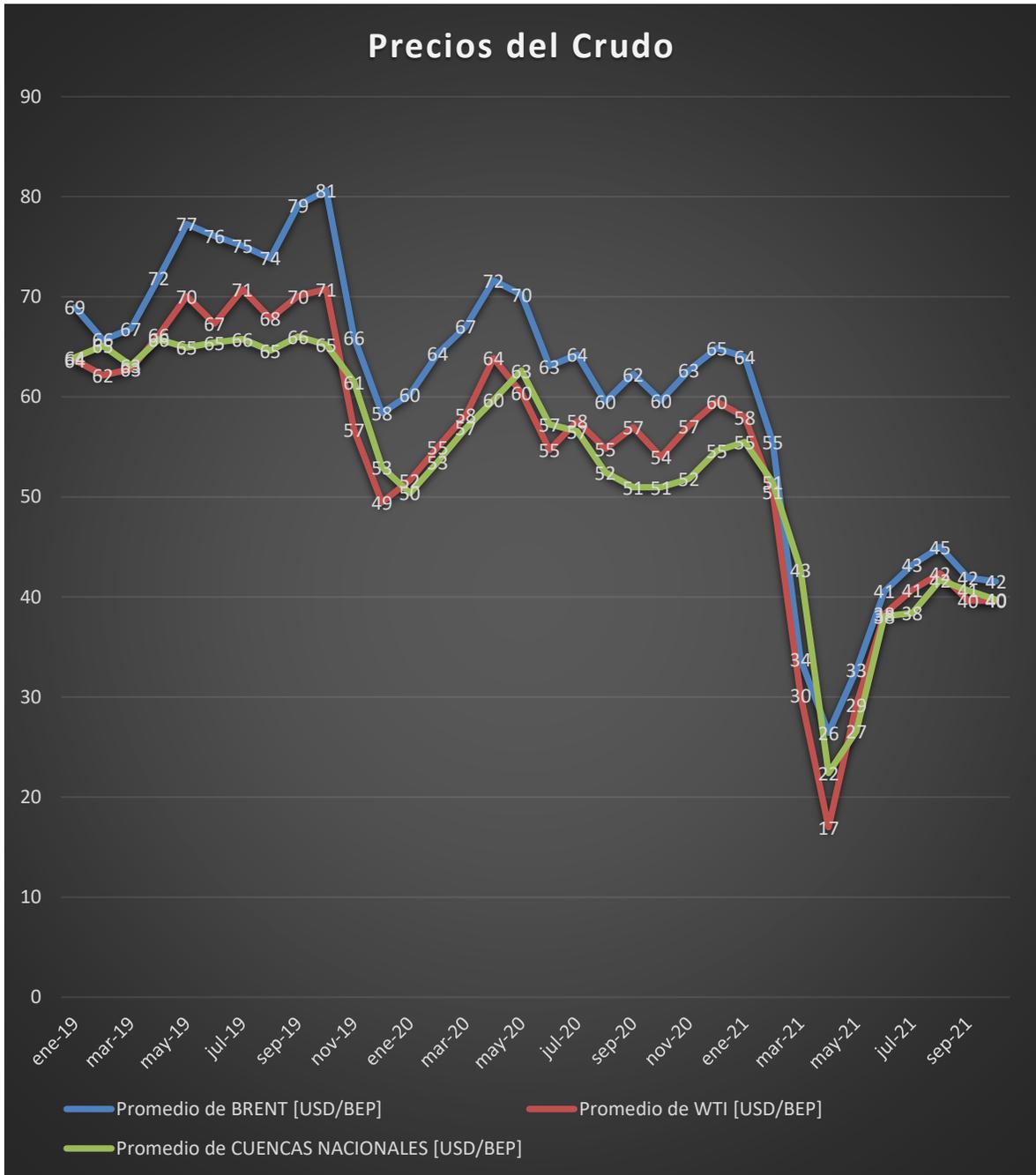


Ilustración 11 - Precio crudo últimos años, datos de Secretaría de Energía de la Nación hasta octubre 2020

A continuación, se detalla una tabla que compara los valores del biodiesel según datos publicados por la Secretaría de Energía y se comparan para el mismo periodo con los valores de gasoil grado 2

y grado 3, con y sin impuestos. Es importante remarcar que la calidad del bio es más comparable con el gasoil de grado 3 que al grado 2.

Mes	Biodiesel				Costo Gasoil Grado 2				Costo Gasoil Grado 3			
	Precio único [\$/tn]	Precio [\$/kg]	Precio [\$/lt]	Precio Bio [USD/lt]	Precio sin Imp [\$/lt]	Gasoil G2 S/ Imp [USD/lt]	Precio Final [\$/lt]	Precio Gasoil G2 Final [USD/lt]	Precio sin Imp [\$/lt]	Gasoil G3 S/Imp [USD/lt]	Precio Final [\$/lt]	Gasoil G3 Final [USD/lt]
oct-20	48.533	48,533	41,25305	0,52	39,43	0,49	58,67	0,73	51,07	0,64	72,47	0,91
dic-19	44.121	44	38	0,60	38,26	0,61	53,59	0,85	47,28	0,75	64,49	1,03
nov-19	38.486	38	33	0,52	35,13	0,56	49,51	0,79	42,69	0,68	58,66	0,94
oct-19	35.635	36	30	0,50	32,13	0,53	45,49	0,75	39,82	0,65	54,79	0,90
sep-19	33.618	34	29	0,49	31,50	0,54	44,72	0,77	38,76	0,67	53,51	0,92
ago-19	31.549	32	27	0,49	30,83	0,57	43,74	0,81	38,09	0,70	52,68	0,97
jul-19	31.549	32	27	0,62	30,22	0,69	42,39	0,97	38,24	0,88	52,68	1,21
jun-19	30.482	30	26	0,58	30,45	0,68	42,99	0,96	37,71	0,84	51,77	1,16
may-19	29.739	30	25	0,55	29,95	0,65	42,39	0,92	37,07	0,81	51,00	1,11
abr-19	28.734	29	24	0,55	30,22	0,68	42,39	0,96	35,30	0,80	48,85	1,10
mar-19	27.660	28	24	0,55	28,86	0,68	40,75	0,96	33,53	0,79	46,35	1,09
feb-19	27.660	28	24	0,60	27,21	0,69	38,75	0,99	32,66	0,83	45,03	1,15
ene-19	28.341	28	24	0,63	25,88	0,68	36,82	0,96	32,28	0,84	44,56	1,16
dic-18	26.832	27	23	0,59	25,61	0,66	36,49	0,94	30,54	0,79	42,46	1,10
nov-18	28.112	28	24	0,64	29,69	0,79	40,75	1,09	30,08	0,80	41,22	1,10
oct-18	27.529	28	23	0,62	29,69	0,78	40,75	1,07	30,08	0,79	41,22	1,09
sep-18	26.509	27	23	0,58	29,36	0,75	39,96	1,02	34,88	0,89	46,64	1,19
ago-18	22.095	22	19	0,61	19,54	0,64	28,20	0,92	25,24	0,82	35,24	1,15
jul-18	20.944	21	18	0,63	18,13	0,65	26,52	0,95	23,71	0,84	33,13	1,18
jun-18	19.498	19	17	0,61	19,75	0,73	28,33	1,05	20,53	0,76	29,28	1,08
may-18	18.223	18	15	0,64	17,06	0,71	24,81	1,03	20,34	0,84	28,40	1,18
abr-18	17.957	18	15	0,75	17,06	0,83	24,81	1,21	19,84	0,97	28,16	1,37
mar-18	17.362	17	15	0,72	16,05	0,78	23,59	1,15	19,44	0,95	27,71	1,35
feb-18	16.524	17	14	0,70	15,65	0,78	23,48	1,17	19,05	0,95	27,55	1,37
ene-18	15.447	15	13	0,68	14,84	0,77	22,58	1,17	17,79	0,92	25,93	1,34

*Se considera para el precio del gasoil, según datos de Secretaría de Energía, Precios en Boca de Expedio, en la localidad de Saladillo, destino "Agro" y se considera el valor medio de cada caso*

Para esto se han tomado valores exclusivos para venta a uso del agro, en la localidad de Saladillo, ya que el autoconsumo esta únicamente habilitado para el caso de uso agropecuario. Vale remarcar que los impuestos en promedio ascienden al 40% del valor del combustible, por lo que la

posibilidad o no de recuperar estos impuestos será de suma importancia para evaluar la conveniencia económica de la producción de biodiesel.

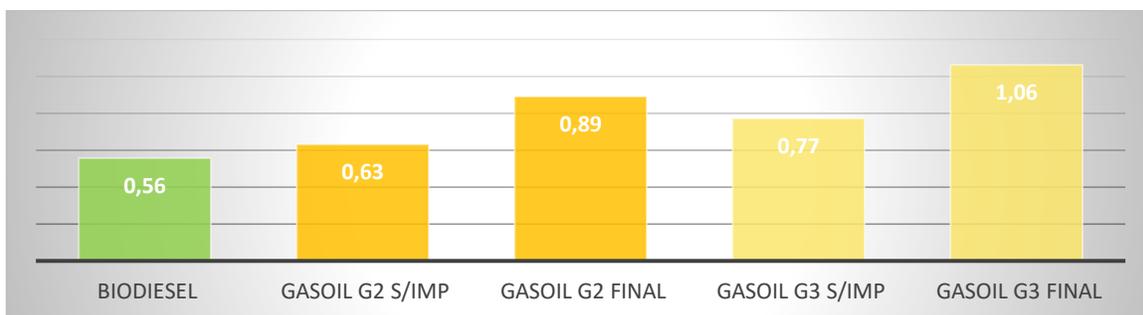


Ilustración 12 - Precios Promedio 2019

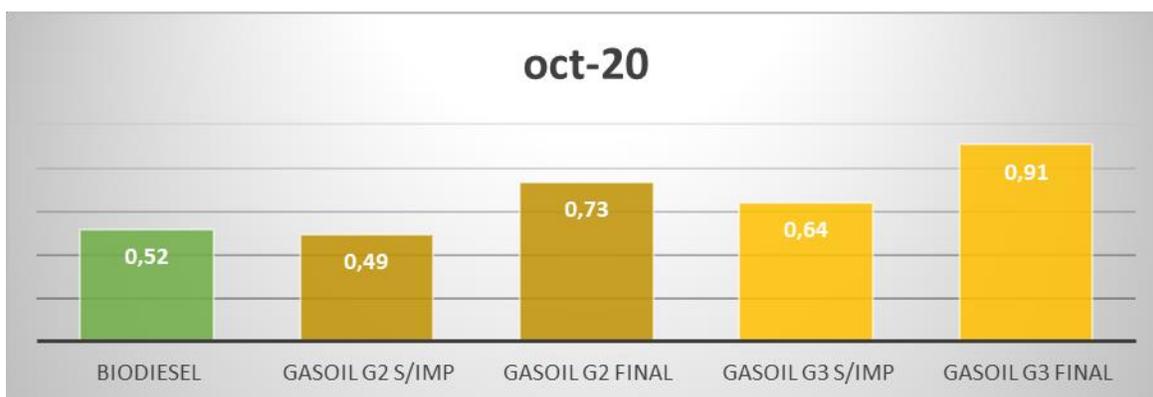


Ilustración 13 - Precios a octubre 2020

De las ilustraciones anteriores podemos observar que el precio promedio del biodiesel es inferior al gasoil en surtidor, con o sin impuestos (excepto para el caso de gasoil grado 2 sin impuestos en octubre 2020), siendo la diferencia superior al 10% para el gasoil grado 2 sin impuestos y del orden del 37% respecto del gasoil grado 3 sin impuestos. A modo de resumen, el precio del biodiesel para autoconsumo sería una alternativa rentable a primera vista. Sin embargo, es interesante analizar también la variación de estos precios a lo largo del tiempo. A continuación, se analiza el caso del gasoil Grado 2:

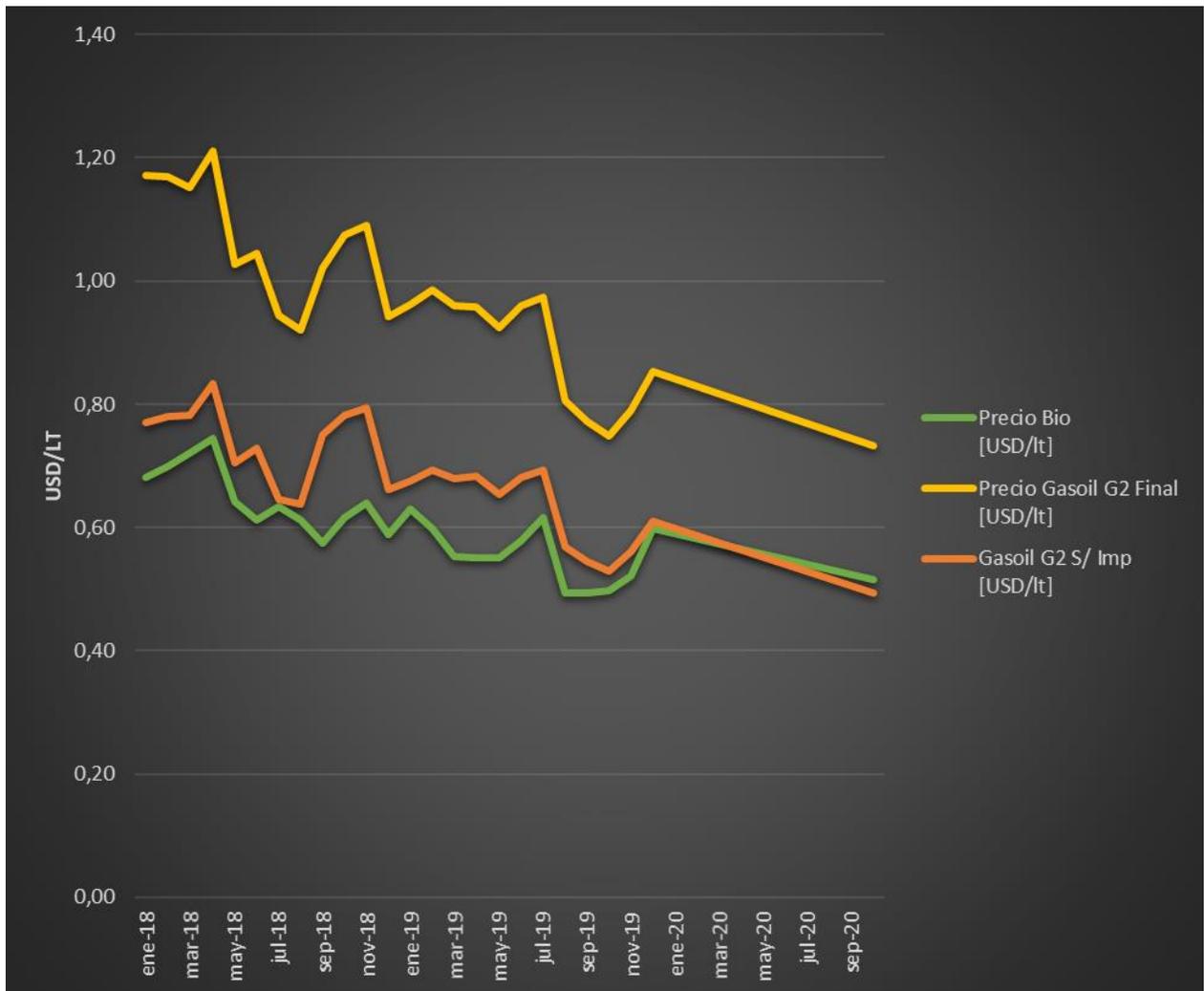


Ilustración 14 - Gasoil Grado 2 Vs Biodiesel

Se puede apreciar una tendencia decreciente del costo del gasoil en dólares por litro en los años 2018, 2019 y 2020, y a su vez una caída del precio del biodiesel publicado en la Secretaría de Energía. En algunos momentos de la curva se puede observar que las diferencias son mayores o menores dependiendo de variables independientes, ya que el principal componente de costos del gasoil es el valor del crudo y, en el caso del biodiesel es el valor del aceite de soja. También podemos ver que en el año 2020 el precio de gasoil grado 2 sin impuestos ha disminuido en mayor medida que el biodiesel, siendo más económico en la actualidad el gasoil grado 2 sin impuestos que el bio.

Ya hemos visto la evolución del precio del crudo en nuestro país y el resto del mundo, pero cabe mencionar que hay una gran intervención del estado para fijar los valores del gasoil para evitar inflación. En el caso del biodiesel, el cálculo se realiza según la ecuación formulada por la Secretaría de Energía:

- Precio del biodiesel = (COSTO DE ACEITE DE SOJA + COSTO DE METANOL + COSTO DE MANO DE OBRA + RESTO DE COSTOS) \* (1 + RETORNO DE CAPITAL)
- COSTO DE ACEITE DE SOJA = (Precio FOB \* (1-DDEE) \* Tipo de Cambio) \*FA, Conde DDEE se refiere a Derechos de Exportación y FA a un “Factor de Ajuste” adimensional.

El aceite de soja durante los años 2018 y 2019 representó el 80% del costo del biodiesel en promedio, con una variación que osciló entre el 71% y el 90% dependiendo del periodo evaluado. Por este motivo, se asocia al precio de biodiesel directamente con el costo del aceite de soja, el cual se refleja en el siguiente gráfico, según los datos publicados en el ministerio de agroindustria del precio FOB del aceite, descontando el 27% de las retenciones por derechos de exportación y aplicando el factor de ajuste previsto en la fórmula de la Secretaría de Energía:

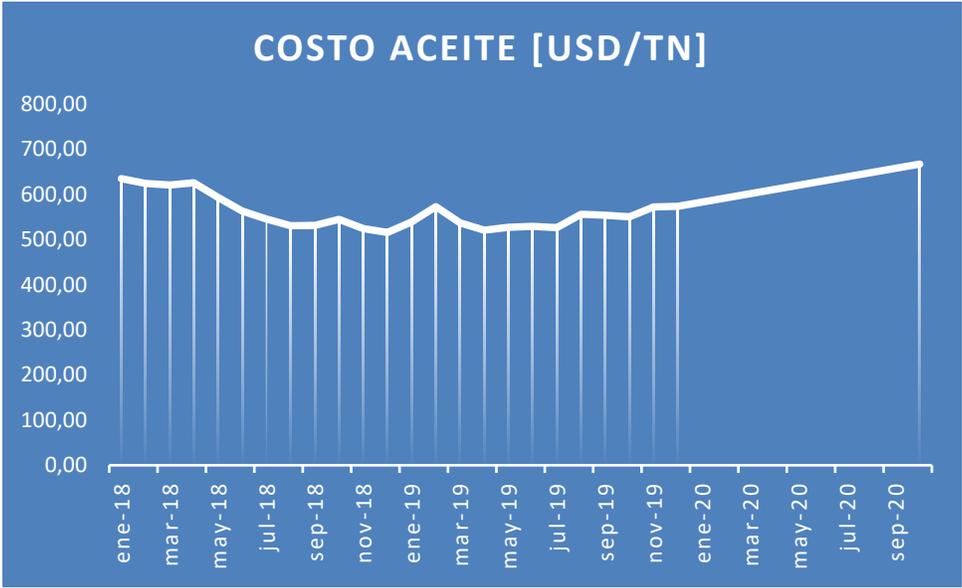


Ilustración 15 - Costo del Aceite de Soja aplicando fórmula de SE

Como se puede ver en el gráfico, el costo del aceite de soja osciló entre los 515 USD/tn y los 634 USD/tn durante 2018 y 2019. En consonancia con este gráfico, se puede observar que los mayores costos registrados del biodiesel coinciden con los mayores costos del aceite de soja. Sin embargo, en el año 2020 se puede observar como el costo del aceite de soja ha incrementado significativamente mientras que el precio del gasoil desciende. Por otro lado, vale mencionar que la aplicación de la fórmula de ajuste para el biodiesel determinada por la secretaría de energía no fue respetada, y se puede observar que el valor publicado por la secretaría de energía del biodiesel es de 0,52 USD/lit mientras que el costo del aceite es de 0,57 USD/lit. En resumen, con los valores actuales del aceite de soja y el valor que reconoce la secretaría de energía, las perdidas por producir biodiesel para el corte rondan entre el 10 y 20%.

A continuación, se realiza la misma comparación, pero con el gasoil de grado 3:

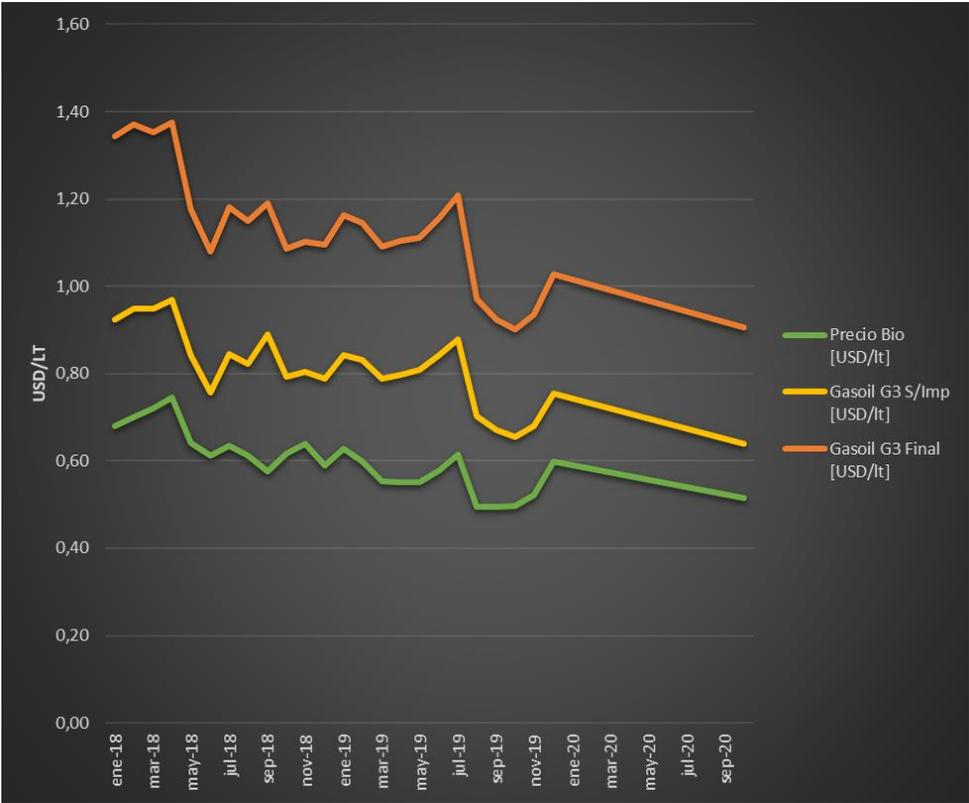


Ilustración 16 - Gasoil Grado 3 Vs Biodiesel

- “Precio Bio”: hace referencia al precio del biodiesel en USD/litro según fórmula de cálculo de la Secretaría de Energía.

- “Gasoil G3 S/imp”: Precio del gasoil grado 3 sin impuestos en USD/litro en surtidor.
- “Gasoil G3 Final”: Precio del gasoil grado 3 luego de impuestos en surtidor.

En este caso, donde las calidades de los combustibles son semejantes, se puede observar una gran diferencia entre el precio del biodiesel respecto del gasoil grado 3. En promedio, el precio del Gasoil Grado 3 sin impuestos es un 36% superior al precio del biodiesel y el precio del gasoil grado 3 final, es un 89% superior al precio del biodiesel.

A continuación, se puede observar el problema existente en las empresas de biodiesel que venden al corte nacional, donde históricamente el costo del aceite por litro de biodiesel producido era aproximadamente entre el 80 y 90% del precio del bio, mientras que en el 2020 se mantuvieron precios desactualizados del bio con un aceite que subió su valor en dólares. Podemos observar como el costo real del biodiesel en el mes de octubre ha superado el precio del gasoil grado 2 sin impuestos:

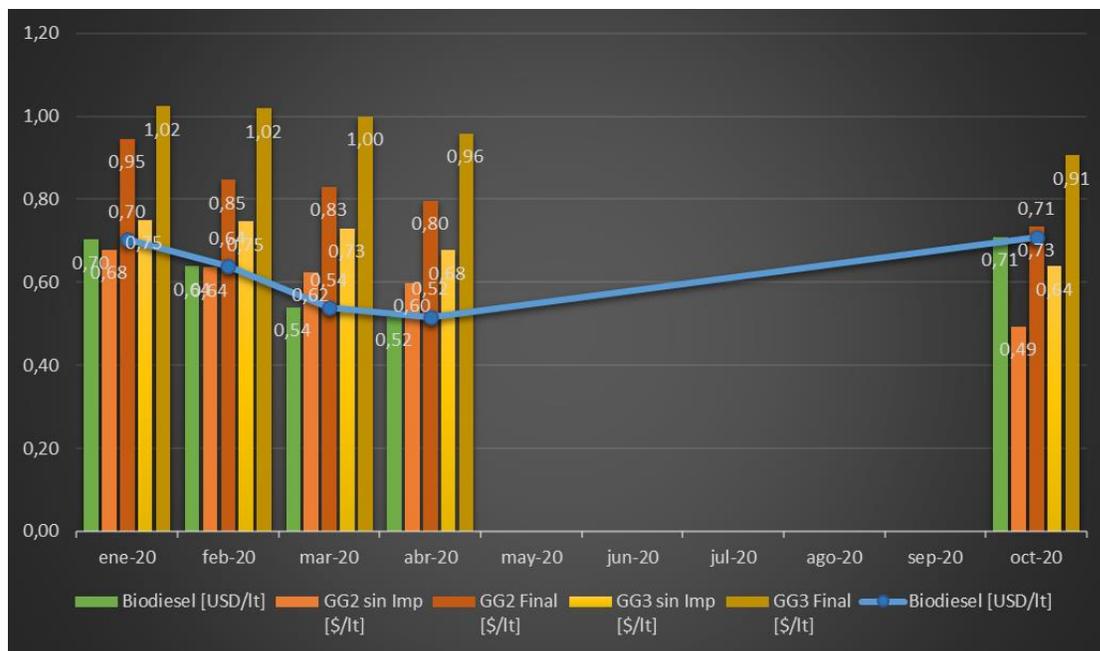


Ilustración 17 - Precios del 2020

Junto con la caída del crudo, también cae el precio del aceite de soja, con lo cual resulta, que a pesar de la crisis mundial desencadenada como fruto de la pandemia del COVID-19, los precios del biodiesel aún se mantienen competitivos para el autoconsumo, registrando un valor de gasoil grado 2 con impuestos un 3% mayor al precio estimado de biodiesel, y siendo el gasoil grado 3 con

impuestos un 28% mayor que el costo del bio. El precio estimado de biodiesel surge de la siguiente fórmula:

- Precio Biodiesel: Costo Aceite de Soja / 80% (considerando que el aceite de soja es aproximadamente el 80% del factor de costos del biodiesel según el promedio de los dos años anteriores)

En cuanto al precio del biogás, no está reglamentado. Sin embargo, podemos asemejar su precio al costo de oportunidad de sus productos sustitutos. A continuación, se detalla el precio de propano con IVA incluido de 10,5% en la localidad de 9 de Julio, Provincia de Buenos Aires.

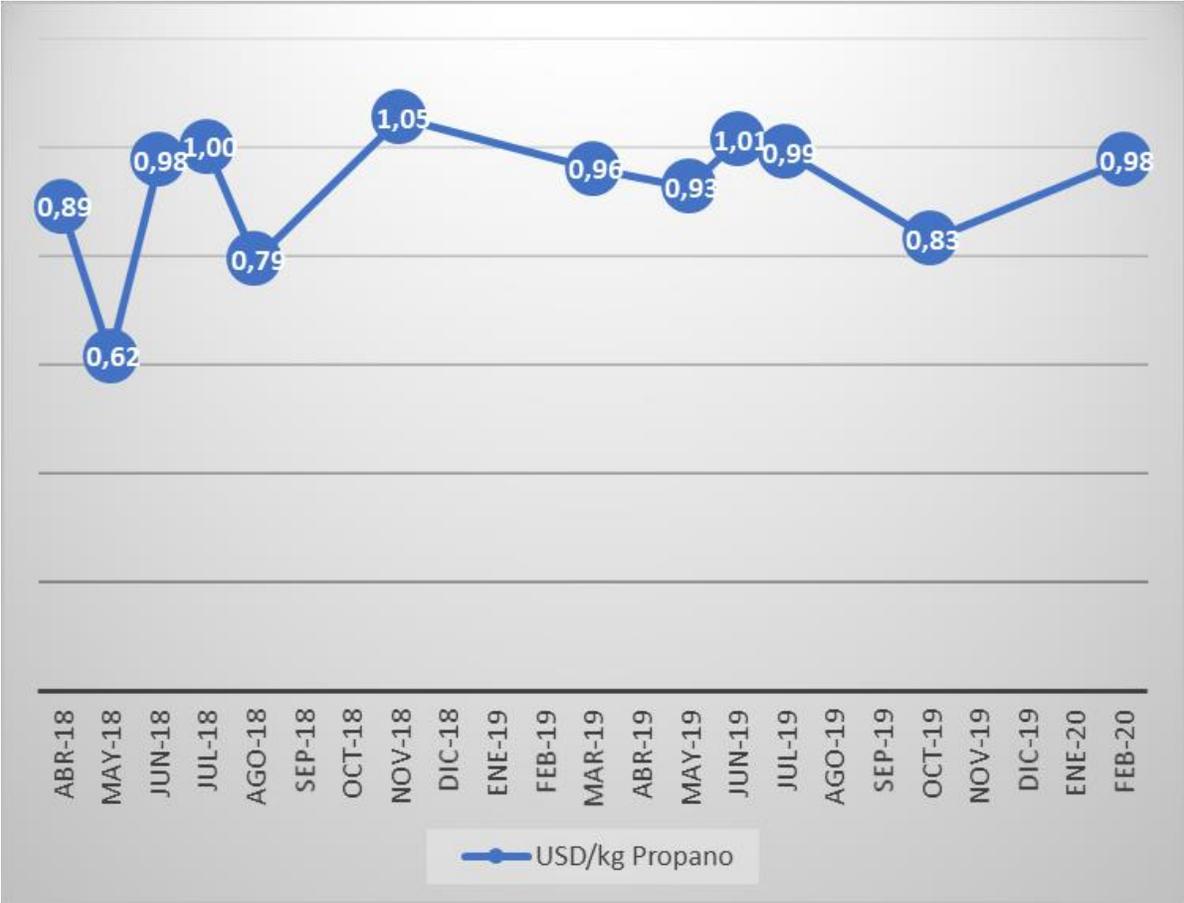


Ilustración 18 - Precios Propano, YPF, 9 de Julio, Buenos Aires

A modo de resumen el costo del propano en promedio es de 0,95 USD/kg de propano y de 0,86 USD/kg sin IVA. Este precio de propano es equivalente a 18 USD/MMBTU. A continuación, se detalla una tabla de valores de referencia realizado por BAGSA Sustentable (Buenos Aires Gas SA, empresa

sin fines de lucro dedicada al abastecimiento de gas – GNC o GLP - en localidades aisladas de la red troncal, dentro del área de concesión de CAMUZZI) para comparar precios de Biogás según distintas fuentes de conformación de dicho gas y distintas presentaciones y grados de purificación, con otros combustibles alternativos que podría desplazar:

BioGNL (100% CE)	• 17,7 USD/MMBTU	Gasoil	• 18 USD/MMBTU
BioGNL (50% CE)	• 14,9 USD/MMBTU	GLP Comercial	• 18 USD/MMBTU
Biometano (100% CE)	• 12,7 USD/MMBTU	GLP Subdistribuidora	• 14 USD/MMBTU
BioGNL (0% CE)	• 12,2 USD/MMBTU	Fueloil	• 10 USD/MMBTU
Biogás (100% CE)	• 10,7 USD/MMBTU	GNC Subdistribuidora	• 9,5 USD/MMBTU
Biometano (50% CE)	• 9,9 USD/MMBTU	Gas Natural Boca de Pozo + Transporte	• 6 USD/MMBTU
Biogás (50% CE)	• 8 USD/MMBTU		
Biometano (0% CE)	• 7 USD/MMBTU		
Biogás (0% CE)	• 5 USD/MMBTU		

El biogás puede realizarse con una gran variedad de sustratos y con diversas tecnologías por lo que es muy difícil asignarle un valor estimativo. A pesar de que estos valores tienen un fundamento, no dejan de ser estimativos y los costos del biogás son muy dispersos ya que no dependen únicamente del costo del sustrato, sino en la complejidad del pretratamiento, la disponibilidad de espacio, la escala, la disponibilidad de piletas o infraestructura existe, entre otras cosas. Sin embargo, sirven para dar una referencia y dilucidar alternativas de negocio.

#### OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA NACIONAL

La gran ventaja que tienen las tecnologías de biogás y biodiesel es que son fácilmente replicables en el territorio argentino, la gran disponibilidad de materia prima (sustratos) y que cuentan con una gran variedad de aplicaciones. Fuimos los principales productores mundiales de biodiesel y podríamos incluso producir 10 veces más de lo que se está elaborando en Buenos Aires si se industrializase toda la soja de la Provincia. En cuanto a las aplicaciones, las calidades de biodiesel pueden variar dependiendo de la aplicación para la cual sea utilizada el combustible. No es lo mismo utilizarlo en un motor de automóvil con sistema de inyección a presión que utilizarlo en un quemador de una caldera o en un tractor agrícola. Sin embargo, la tecnología para desarrollar un biodiesel de alta calidad, bajo estándares internacionales ya está desarrollada en la industria

nacional y actualmente se aplica en diversas plantas de biodiesel que venden el combustible al corte nacional, y en otras provincias lo utilizan para exportar a Europa.

El caso del biogás es una tecnología que no se ha desarrollado aun fuertemente en la Provincia de Buenos Aires, más allá de las pocas plantas que fueron realizadas en los programas del RenovAr. En el caso de esta tecnología, el mayor potencial que se puede apreciar en función del análisis de mercado realizado anteriormente se encuentra en las plantas de baja y mediana escala destinadas para autoconsumo con finalidades productivas. En esta categoría entran productores porcinos, productores avícolas de ponedoras y pollos parrilleros, frigoríficos, tambos, entre otros. Excede a esta Tesis pero no debe olvidarse el potencial de la fracción orgánica de los residuos domiciliarios FORSU. En estos casos, donde no se prestan servicios de gas de red, la tecnología de biogás se torna viable, pero las inversiones iniciales son muy elevadas. Por esta razón es tan alentador el desarrollo de tecnologías nacionales, ya que no se requiere de gran tecnología para desarrollar biodigestores de baja eficiencia y los mismos podrán cumplir y satisfacer las necesidades de los productores, tanto en términos ambientales, como productivos y energéticos.

---

## LIMITACIONES DEL BODIESEL

---

### EXIGENCIAS DE SEGURIDAD RESTRICTIVAS Y DIFICULTAD PARA LAS HABILITACIONES

Los requerimientos de seguridad de las plantas de biodiesel se tornan sumamente exigentes para plantas de baja escala. Estas exigencias hacen que este tipo de plantas tengan un valor excesivo, siendo la inversión inicial muy elevada. A pesar de ello, existen intentos fallidos para habilitación de plantas de estas características siendo nulos los casos de plantas habilitadas para autoconsumo en la Provincia de Buenos Aires.

---

### CUPO DE CORTE

El mercado para venta al corte se encuentra restringido por el cupo determinado por la Secretaría de Energía que muchas veces persigue objetivos distintos a los objetivos que podría tener la Provincia de Buenos Aires. Aumentar el cupo de biocombustibles implica una reducción en la recaudación en un contexto de déficit, por lo que es poco alentador para el gobierno nacional. Sin embargo, lo que no se puede apreciar es que el desarrollo de nuevas plantas de biodiesel implica

inversiones en maquinaria y equipos, así como también en insumos productivos que cada una de ellas están alcanzadas por distintos impuestos nacionales.

---

#### MERCADO DE EXPORTACIONES BIODIESEL

El mercado de exportaciones resulta muy interesante como un programa de desarrollo nacional para inclinar la balanza comercial favorablemente, sin embargo, las exportaciones no están gravadas por lo que tampoco implica una recaudación directa para el estado, lo cual resulta poco motivador para incentivarlo. Además, los precios del biodiesel de exportación resultan muy favorables comparativamente con el resto de mundo a causa de las altas retenciones a la soja, motivo por el cual se han limitado los mercados que importaban el biodiesel argentino en Estados Unidos y Europa. A pesar de que el mercado europeo se ha vuelto a reactivar, la dependencia de políticas nacionales de países importadores resulta un escenario poco alentador para planificar el desarrollo de estos biocombustibles, y políticas nacionales de países importadores resulta un escenario poco alentador para planificar el desarrollo de estos biocombustibles, ya que el agregado de valor del grano es una actividad que todo país busca promover.

---

#### MERCADO DE AUTOCONSUMO DE BIODIESEL

El caso particular de autoconsumo es un mercado que se ve muy favorecido por las coyunturas económicas y el valor actual del combustible fósil en estaciones de servicios que excede de sobremanera el costo de producción de biodiesel. Teniendo en cuenta que Buenos Aires consume poco más que el 40% de los combustibles nacionales y que el sector agropecuario es uno de los mayores consumidores de gasoil, estos valores resultan muy interesantes para que prolifere este tipo de producciones. Sin embargo, el principal problema radica en la habilitación de las plantas de biodiesel con estos fines ante la Secretaría de Energía de la Nación.

---

#### LIMITACIONES DEL BIOGÁS

---

#### ESCALA DE PROYECTOS Y GARANTÍAS BANCARIAS

A pesar de que el potencial de biogás es realmente alentador en la Provincia, los costos iniciales de inversión de una planta de biogás son poco alentadores para productores. El programa RenovAr lanzado por el Ministerio de Energía logró atender este problema mediante la aplicación del FODER

(Fondo de Energías Renovables), el cual consta en un fideicomiso que incorpora a los adjudicatarios del programa, haciéndolos parte del fideicomiso y aportándoles una garantía del Banco Mundial que les permite acceder a créditos internacionales a tasas muy bajas. Esta herramienta ha sido muy bien aprovechada por los desarrolladores de parques eólicos y solares, sin embargo, no ha sido del todo efectiva para los casos de energía a partir de la biomasa. En el caso de la biomasa, el gran problema ha radicado en la falta de aprobaciones de los bancos internacionales de las evaluaciones de "Project Finance", donde el punto más endeble eran los contratos de aprovisionamiento de sustratos. Para proyectos de biogás, la potencia mínima es una gran limitante. Como hemos analizado en puntos anteriores, el potencial de biogás no se encuentra concentrado en los mayores productores que podrían generar una potencia instalada de más de 500 KW, sino que se encuentra repartido entre pequeños y medianos productores. Por otro lado, en el caso de que un número de productores se junten para desarrollar un proyecto, no resistirían los análisis económicos de bancos internacionales por la falta de garantías sobre el aprovisionamiento de sustratos, por lo que no sería viable a menos que se realicen contratos de aprovisionamiento sólidos.

Otra barrera de entrada es el costo de la energía del biogás. En la mayoría de los casos realizados en Argentina, los proyectos de ingeniería han sido desarrollados por tecnólogos extranjeros y los equipos han sido importados, haciendo que el costo inicial de los proyectos sea muy elevado. Pero lo que diferencia al biogás de la energía solar y eólica, son los elevados costos de operación y mantenimiento del generador y la baja eficiencia de generación eléctrica (40% en los mejores equipos). esto último hace que el costo de la energía eléctrica sea muy elevado en relación con el resto de las tecnologías (salvo generación diésel).

---

## BIOGÁS PARA EL MATER

Otro de los mercados que se ha abierto en el territorio de las energías renovables es el MATER (Mercado a Término de Energías Renovables), en el cual se puede realizar una compra-venta de energía eléctrica a través de contrato entre privados. En este esquema, el mercado queda cerrado a Grandes Usuarios y Comercializadores de Energía Eléctrica, en el marco de la Ley 27.191 que exige a Grandes Usuarios a autogenerar un porcentaje de su energía con fuentes renovables o bien comprarla a empresas comercializadoras de energía renovable que vendan la energía en el MATER. Los porcentajes establecidos por la ley son incrementales, comenzando con un 8% y creciendo de manera escalonada hasta un 20% al 2025. Serán Grandes Usuarios, todo usuario de energía eléctrica

que demande una potencia media anual superior a los 300 KW. Podrán vender energía eléctrica agentes del MEM dados de alta como Comercializadores de Energía Eléctrica y los Grandes Usuarios Habilitados. Resulta interesante que el costo monómico de energías renovables licitadas en las rondas del RenovAr ronda los 60 a 70 USD/MWh, compitiendo con los combustibles fósiles que hoy continúan subsidiados. Sin embargo, la energía eléctrica a partir de biogás es una de las fuentes más costosas para la generación, siendo superada en costos únicamente por el gasoil (si consideramos las tecnologías existentes en contratos de energía en argentina). Esta última afirmación explica lo desventajoso de la promoción de este tipo de tecnología para a generación de energía eléctrica. Por otro lado, en los contratos entre privados, e biogás queda fuera de mercado al competir con solar y eólica.

---

#### BIOGÁS PARA AUTOCONSUMO

En el caso de autoconsumo, el biogás puede resultar una fuente interesante de generación de energía eléctrica en el caso de que se disponga de un caudal constante de efluentes, ya que la producción de biogás reemplaza el tratamiento del efluente. Mientras más elevado sea la DQO (Demanda Química de Oxígeno) del efluente mayor será su potencial de generación de energía y su nocividad en caso de no ser tratado. Por otro lado, la Ley 27.191 exige la autogeneración de fuentes renovables para quedar eximidos del pago de penalidades. Sin embargo, resulta más económico y sencillo comprar la energía al mater o bien autogenerar con tecnología solar fotovoltaica. Esto cambiaría radicalmente si se pudiera sumar a la generación de biogás con uso térmico a los alcances de la ley 27.191 de energías renovables (que hoy solo contempla el uso eléctrico)

---

#### BIOGÁS PARA ENERGÍA DISTRIBUIDA

El biogás para energía distribuida resulta un nicho interesante para analizar. Gran parte de los establecimientos de producciones intensivas podrían generar más energía de la que podrían consumir, el beneficio económico estaría dado por el reemplazo del GLP por biogás y los excedentes de biogás podrían producir energía eléctrica para reducir el consumo y vender excedentes al SADI. Sin embargo, la ley 27.424 de Energía Distribuida, establece que el “prosumidor” (consumidor-vendedor) recibirá por el excedente inyectado a la red, una retribución equivalente al precio al que la distribuidora compra la energía (PEE-Precio Estabilizado de la Energía). Este precio corresponde a un valor subsidiado por el estado nacional con el fin de que el valor del usuario final sea accesible.

A su vez, el PEE suele ser un 45% menor al precio al que el usuario paga la energía, y su valor económico es del orden de los 40 USD/MWh

Tanto este caso como el anterior toman valor si descontamos del costo del biodigestor el costo de tratamiento del efluente.

## PROPUESTAS DE PROMOCIÓN DE BIOENERGÍAS

A partir de lo expuesto con anterioridad se identificaron distintas líneas de trabajo que podrían desarrollarse en la Provincia de Buenos Aires, las cuales serán detalladas a continuación.

### BIOGÁS

#### LICITACIONES DE BIOMETANO PARA EL CORTE NACIONAL

En el marco de la Ley 26.093 de promoción de biocombustibles, y dado su eventual vencimiento del régimen promocional de dicha ley en abril del 2021, se podría actualizar el régimen promocional incluyendo al biometano al cupo de corte para ser mezclado con el gas natural en redes. Este tipo de incentivo podría generar un gran impacto en la promoción de la tecnología. Sin lugar a duda, sería la medida de mayor impacto que se podría tomar. Para ello, el ENARGAS en la NAG 602 ha incluido la norma técnica para la inyección de biometano en redes, pero aún faltaría definir un cupo de corte y el precio de reconocimiento para la inyección de este biocombustible. Sin embargo, la Provincia de Buenos Aires no tiene demasiado poder de acción en esta línea de trabajo, más allá de hacer fuerza junto con Santa Fe y Córdoba para que Nación pueda definir estas medidas.

#### LICITACIONES DE PROYECTOS MUNICIPALES

El programa RenovAr ha sido un éxito por la gran cantidad de ofertas que ha recibido para contratos de energía de plazos de veinte años, lo cual es destacable en un país como Argentina, tanto es así que ha sido caso de estudio en Harvard. Su éxito está fuertemente asociado a la creación del Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER).

El FODER es un fideicomiso público que sirve como instrumento de política energética federal. La ley 27.191 y el decreto 882/16 prevén que pueda diversificarse como un conjunto de fideicomisos públicos para cumplir con los siguientes objetos:

1. Otorgamiento de préstamos para los titulares de proyectos de energías renovables. El FODER podrá obtener fondeo para estos fines mediante aportes del Estado Nacional y mediante la emisión de valores representativos de deuda.
2. Realización de aportes de capital y adquisición de instrumentos financieros de deuda o de capital destinados a la ejecución y financiación de proyectos elegibles.
3. Otorgamiento de avales y garantías, respaldados por el Estado Nacional y por el Banco Mundial, que garanticen el cumplimiento de los contratos de compraventa de energía eléctrica a suscribir por CAMMESA o por el ente que sea designado por la Autoridad de Aplicación.
4. Otorgamiento a los beneficiarios del Régimen de Fomento de las Energías Renovables de derechos de opción de venta al Estado Nacional o al FODER de la central de generación o de sus activos por parte de su titular ante la ocurrencia de alguna de las causales de venta previstas en el artículo 4° del Decreto 882/2016 que afecten sustancialmente las condiciones de la inversión.

A pesar de las distintas funciones del FODER, su mayor aporte está asociado a su función como garantía de capital para garantizar el cumplimiento de pago de los contratos de otorgando confianza a inversionistas nacionales y extranjeros. Gracias a la garantía de cumplimiento, los préstamos que el mismo fondo aporta han quedado en segundo plano, ya que la confianza en el programa ha permitido a los accionistas acceder a otros créditos internacionales con menores tasas. De aquí se desprende un éxito rotundo que consiste no solo en el desarrollo de las energías renovables, atender la problemática energética, generar puestos de trabajo, mejorar la situación ambiental de la nación, sino que también los fondos que utiliza son de capitales extranjeros, liberando del costo financiero a la nación y exigiendo a los proyectos que estén alineados con estándares internacionales.

Sin embargo, este programa no ha tenido el mismo éxito con las tecnologías de la biomasa. Según los expertos el poco interés en esta tecnología está asociado a dos puntos principales, cuestiones de economías de escala y contratos de aprovisionamiento de insumos. Las

tecnologías como el biogás tienen la particularidad de ser mucho más competitivas en precio a medida que la potencia instalada aumenta. A modo de ejemplo, una planta de 1 MW se estima que puede costar unos 4,5 Millones de USD, mientras que una de 3 MW puede costar unos 7 Millones de USD (aumentando un 55% la inversión inicial se puede triplicar la producción). A su vez, al aumentar la escala también se pueden optimizar los costos operativos. Por otro lado, los contratos de aprovisionamiento de insumos o de sustratos se tornan difíciles de firmar, ya que se busca comprometer el suministro de residuos agropecuarios por plazos de 20 años en las primeras rondas del RenovAr y por 10 años en la segunda ronda. Los productores pecuarios intensivos se ven interesados en estos proyectos, pero ven muy riesgoso firmar este tipo de contratos de aprovisionamiento.

Para atender estas dos problemáticas se ideó un sistema que permita realizar plantas de mayor escala dentro de límites territoriales óptimos (estimado en general en 40 km de radio) que recolecten los residuos agropecuarios de distintos productores y se centralicen en un único digestor. De esta manera se optimiza la escala de la planta y se diversifica el riesgo de falta de cumplimiento de contratos de aprovisionamiento. El funcionamiento deja de depender de un único proveedor de sustratos de manera que el incumplimiento de uno de sus proveedores implicaría solamente una reducción de la producción de energía o la necesidad de suplantarlo por un nuevo proveedor. A su vez, el sistema es flexible y podrá incorporar nuevos proveedores si las actividades crecen y desprenderse de aquellas actividades pecuarias que no han resultado fructíferas.

Bajo esta línea de trabajo, el estado provincial podría desarrollar proyectos municipales donde se realicen las evaluaciones correspondientes a distintos municipios, se seleccionen los que tengan mayor probabilidad de ocurrencia y se firmen contratos de aprovisionamiento con los productores locales, para que luego puedan licitarse para su ejecución. Para que esto sea posible, cada una de estas plantas deberá tener la oportunidad de vender la energía bajo algún canal de comercialización como podrían ser los siguientes:

1. Venta de energía eléctrica a CAMMESA
2. Venta de biometano por redes
3. Venta de biogás en redes aisladas
4. Autoconsumo de consorcios industriales

## 5. Venta de BioGNC comprimido

Por el momento, la única opción viable sería la de vender energía eléctrica a CAMMESA bajo el marco de la ley 27.191, siempre y cuando exista algún programa de licitaciones para la compra de energía renovable proveniente de biogás (como por ejemplo los RenovAr). Llegado el caso de que no exista la posibilidad de vender el biogás, se podrían plantear modelos de autoconsumo municipal como es el ejemplo de los biodigestores que se están realizando en la planta de tratamiento de residuos de la Ciudad de Córdoba, y hasta incluso podrían generarse garrafas sociales de BioGNC.

### VENTA DE BIOGÁS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN AISLADAS Y HABILITACIÓN DE OBRAS

Este eje de trabajo está orientado a promover el reemplazo del GLP que tiene un alto costo para usuarios residenciales que compran garrafas y chanchas de gas, como también para reemplazo de GLP y leña por biogás. A continuación, se detalla un proyecto desarrollado por el Conicet, INTI, INTA y BAGSA Sustentable en la localidad de Los Pinos.

La localidad de Los Pinos, ubicada en Balcarce, Provincia de Buenos Aires, es un ejemplo de una localidad que agrupa todas las condiciones para la realización de un proyecto de biogás sustentable en el sentido más amplio del término.



A modo de resumen, esta localidad tiene las siguientes problemáticas:

1. Económico: debido a las grandes distancias que existen entre la localidad de Los Pinos y la red de gas natural, la misma no puede tener acceso al gas natural por cuestiones

económicas. A su vez, los habitantes de esta localidad deben comprar gas de garrafa a un costo de 330 pesos los 10 kg (el doble que el gas natural).

2. Ambiental: La presencia de establecimientos productivos de animales cercanos a la localidad generan grandes problemas de olores y presencia de moscas.
3. Social: El poder adquisitivo de las familias de esta localidad es bajo, por lo que le representa un esfuerzo el pago de la garrafa. A su vez, se ha conformado una cooperativa para atender los problemas ambientales de que se generan en las cercanías de la localidad y hasta incluso para dar una solución al tratamiento de residuos generados por los mismos habitantes, esto demuestra un genuino interés de los habitantes de los pinos en fortalecer la educación basada en la sustentabilidad.

Bajo el diseño de un proyecto de biogás se podrán atender estas tres problemáticas. Para este caso se trabajó con un biodigestor de 100 metros cúbicos que funcionará mediante la co-digestion de gallinaza y glicerol. Según los estudios realizados por INTA e INTI, se alcanzarán valores de producción de 60 m<sup>3</sup>/día de biogás con una carga diaria de 1,5 m<sup>3</sup>/día de sustratos al 10% de solidos totales (se estimó un TRH de 55 días en con una concentración de glicerol del 5% mediante análisis FOS/TAC).

Los valores estimados a abril 2020, mediante trabajos realizados por el INTI, INTA y BAGSA Sustentable, son los siguientes:

#### Consumo Promedio 66,77 Sm<sup>3</sup>/mes

	Garrafa (actual)	Gas Natural (inviabile)	Biogás
Fijo [\$/mes]	0	201,995	201,995
Variable [\$/Sm <sup>3</sup> ]	26,69	10,34	5,60
Costo Mensual [\$]	1.781,89	892,40	575,91
Reducción de Tarifa	0%	50%	68%

Con esta solución se podrán afrontar las problemáticas según se detalla a continuación:

1. Económico: se reduce en un 68% el costo de gas para los usuarios de Los Pinos, generando para BAGSA Sustentable un proyecto tan rentable económicamente como uno de gas natural.
2. Ambiental: Se podrán tratar los residuos de manera gratuita a los productores cercanos a la zona reduciendo los olores y la presencia de moscas.
3. Social: Se aumenta la capacidad de ahorro de los habitantes, se mejora la situación respecto de las moscas, se les aporta una solución a la inquietud ambiental y se brindan capacitaciones referidas a la tecnología con un caso funcional con el que se benefician.



BAGSA Sustentable será responsable de la ejecución de las redes y de la distribución del biogás en la localidad, según los esquemas que se detallan a continuación:



## DISTRIBUCIÓN DE BIOGÁS PARA REDES AISLADAS PROYECTO LOS PINOS

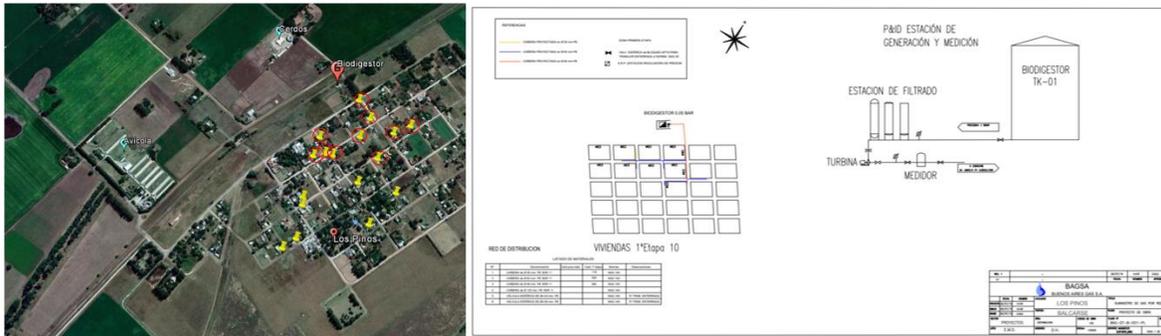


Ilustración 19 - Redes de distribución BAGSA

A pesar de las buenas intenciones y de la factibilidad técnica del proyecto, se debió trabajar en el marco normativo para poder avanzar en este proyecto. Hasta el momento se ha conseguido incorporar a la NAG 602 del Enargas las condiciones técnicas de entrada del biogás a redes de distribución aislada. Sin embargo, aún no existe un marco regulatorio tarifario para la venta de este combustible y tampoco ha sido posible habilitar los planos para realizar la obra. Este vacío legal deja en manifiesto la **necesidad de establecer un marco regulatorio tarifario y un procedimiento legal para la aprobación de planos para obras de estas características.**

En el marco de la Ley Nacional 27.191, en la que se exige alcanzar para el 2025 el 20% de energías renovables en la matriz energética nacional, quedan afectados los Grandes Usuarios del MEM (usuarios con demandas mayores a los 300 kWh/mes) teniendo que autogenerar su propia energía de manera escalonada para alcanzar el 20% de autogeneración para el 2025. Por otro lado, en el marco de la ley 26.093 de promoción de biocombustibles, y teniendo en cuenta que el costo del biogás es considerablemente más bajo que el del gas licuado, resulta interesante la promoción del biogás para autoconsumo de parques industriales. En este sentido, el gobierno de la Provincia de Buenos Aires podría licitar proyectos de aquellos parques industriales que no cuenten con acceso al gas de red, y/o que cuenten con un déficit de potencia energética con la finalidad de darle la oportunidad a nuevas industrias a instalarse en estos municipios.

Para estos casos, el ideal sería poder comercializar el biogás y la energía eléctrica con contratos de largo plazo. Sin embargo, existe la posibilidad de que estos proyectos sean realizados por los integrantes del parque o terceros, y se cobren los servicios bajo un esquema ESCO (Energy Service Company) u otros sistemas económicos alternativos (fideicomisos, etc) donde se cobren los servicios prestados para la generación de energía, sin necesidad de vender explícitamente la energía generada.

---

#### PROGRAMA DE AUTOCONSUMO

Como pudimos ver en segmentos anteriores del análisis de potencial de biogás en la provincia, el 55% del mismo corresponde a pequeños productores pecuarios. Para poder fomentar la transformación de la biomasa proveniente de efluentes de pequeños productores en biogás resulta necesario comenzar por dar a conocer la tecnología y fomentar el desarrollo de tecnología nacional para poder abaratar la inversión inicial. Para ello, se podría comenzar con talleres de biogás para escuelas rurales donde puede enseñarse la tecnología y comenzar a difundirla dejando unidades demostrativas al alcance de alumnos y padres de los alumnos. También sería de gran utilidad utilizar fondos de la FAO y ONU para desarrollar programas donde se liciten proyectos piloto que sirvan como difusores de tecnología.

## BIODIESEL

### PUESTA EN VALOR DE LA CAPACIDAD OCIOSA DE PLANTAS DE BIODIESEL Y EXTRUSORAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En Buenos Aires existe una capacidad instalada de equipos de generación eléctrica a gasoil del orden de los 600 KVA, cuyos consumos de diésel (12% del consumo energético en generación eléctrica) podrían ser reemplazados por biodiesel en forma parcial. La capacidad instalada en Buenos Aires de plantas de biodiesel habilitadas para el corte es de unas 450 mil toneladas al año, encontrándose el 10% de la capacidad ociosa. En una primera instancia se propone encontrarle destino a ese volumen de 45 mil toneladas anuales de biodiesel para ser utilizados en generación de energía eléctrica renovable, cantidad suficiente para reactivar la capacidad ociosa del 30% de extrusado de soja que suman un total de 447 mil toneladas al año, con las que se podrían producir unas 50 mil toneladas de biodiesel al año.

### FOMENTO DE NUEVAS PLANTAS DE EXTRUSIÓN + BIODIESEL PARA AUTOCONSUMO DE COOPERATIVAS AGROPECUARIAS

En el marco de la ley 26.093 se buscará hacer uso de las estructuras de las Cooperativas Agropecuarias para la producción de biodiesel para autoconsumo de sus integrantes. Esto refleja una reducción en los costos productivos teniendo en cuenta los valores actualizados del gasoil.

Para poder fomentar este tipo de plantas se debería trabajar en conjunto con Nación para determinar una reglamentación específica para plantas menores a 30 tn/día, cuyos estándares de seguridad sean más accesibles y poner a disposición una mayor cantidad de auditores que puedan habilitar las plantas.

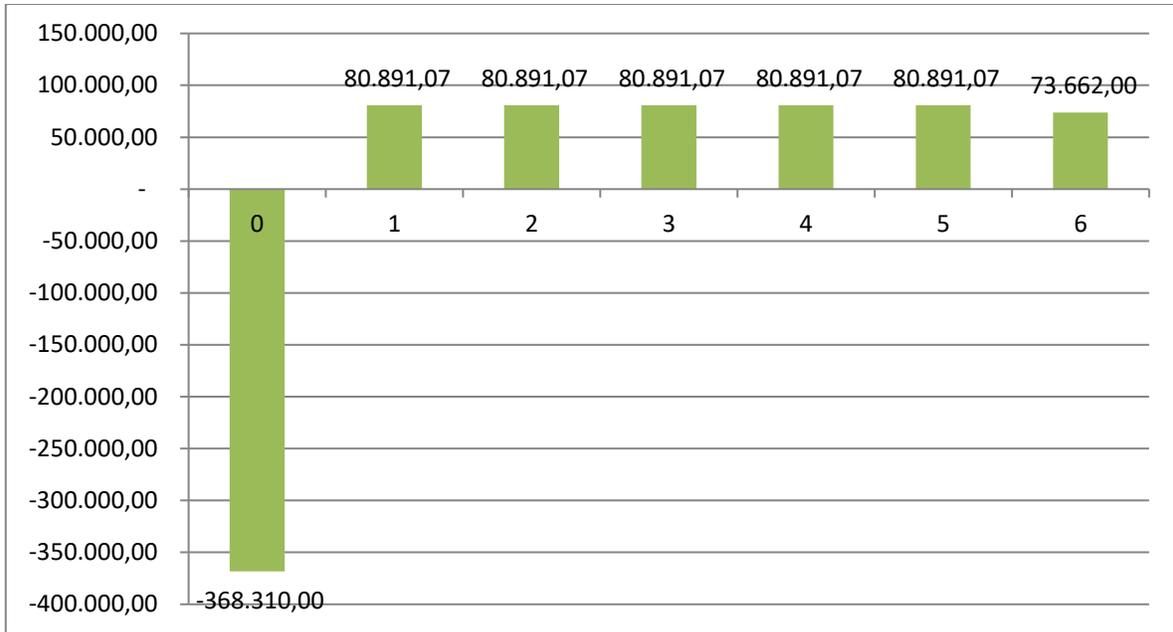
## ANEXOS: EVALUACIONES DE PROYECTO DE CASOS PRÁCTICOS

### BIODIESEL PARA AUTOCONSUMO TRANSPORTE PUBLICO

En el siguiente ejemplo, se realizó una evaluación de un proyecto de biodiesel para autoconsumo, con datos actualizados a marzo 2020, donde se parte de los siguientes supuestos:

- Precio Gasoil: 900 USD/tn (50 ARS/lit)
- Costo energía: 80 USD/MWh
- Capacidad de Planta: 5 ton/día
- Inversión Inicial: 369.300 USD
- Precio Aceite de Soja: 550 USD
- Costo Metanol: 437 USD/tn
- Tasa de Descuento: 8%
- Valor residual año 6: 20%





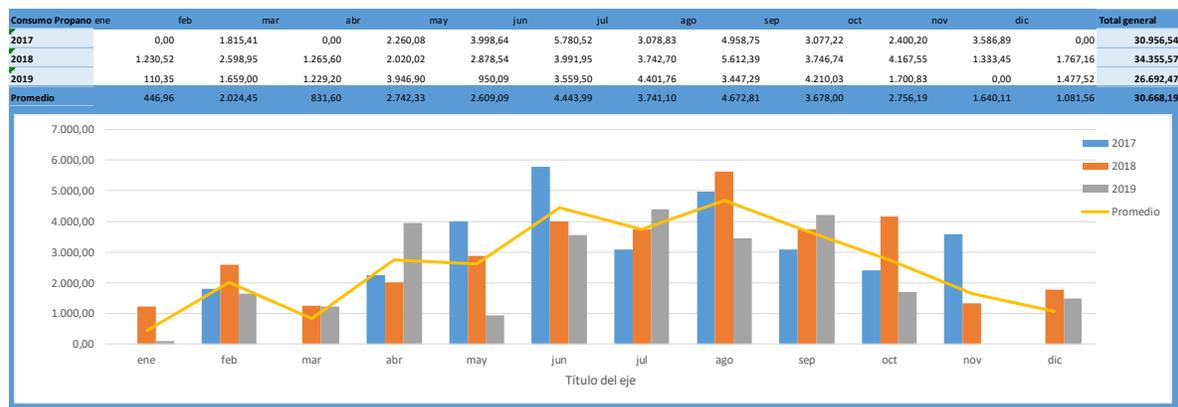
- TIR: 20%
- VAN: 136.000 USD
- Recupero de la Inversión: 3,2 años

Se debe tener en cuenta que el 80% de los costos de producción de biodiesel están vinculados al precio del aceite de soja. Dicho esto, si el costo del aceite de soja aumenta por encima de los 595 USD, entonces dejaría de ser rentable la producción de biodiesel. Por otro lado, si el precio bajara o se reemplazara por otro más económico o gratuito como ser el aceite vegetal usado, entonces los beneficios serían mucho mayores consiguiendo recuperar la inversión en menos de un año.



## BIOGÁS EN REMPLAZO DE PROPANO ESCUELAS

En este caso se ha realizado un estudio en una escuela de la Provincia de Buenos Aires, que no tiene acceso al gas de red, por lo que consume propano líquido. Los datos de consumo son los siguientes:



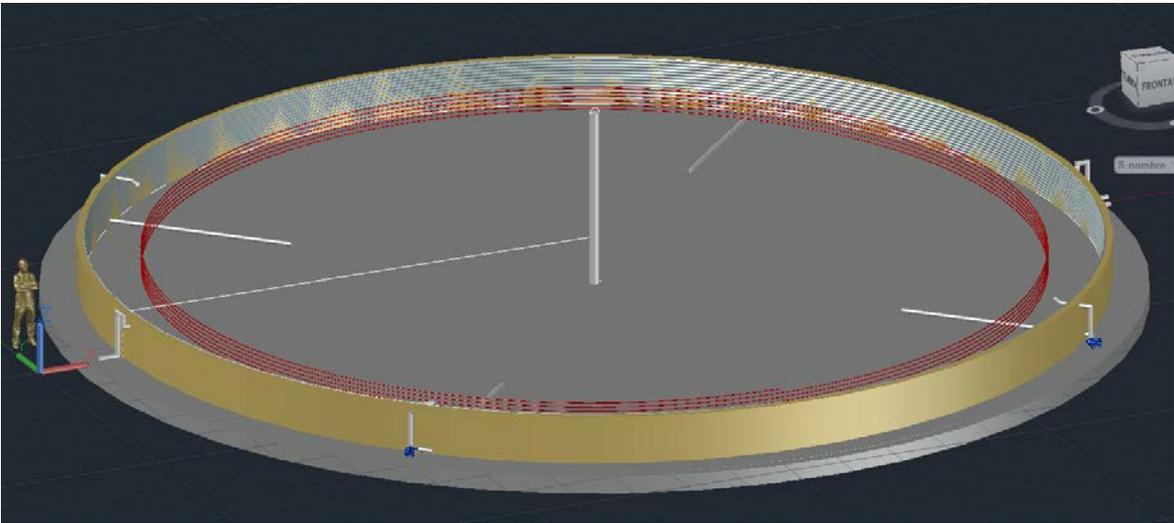
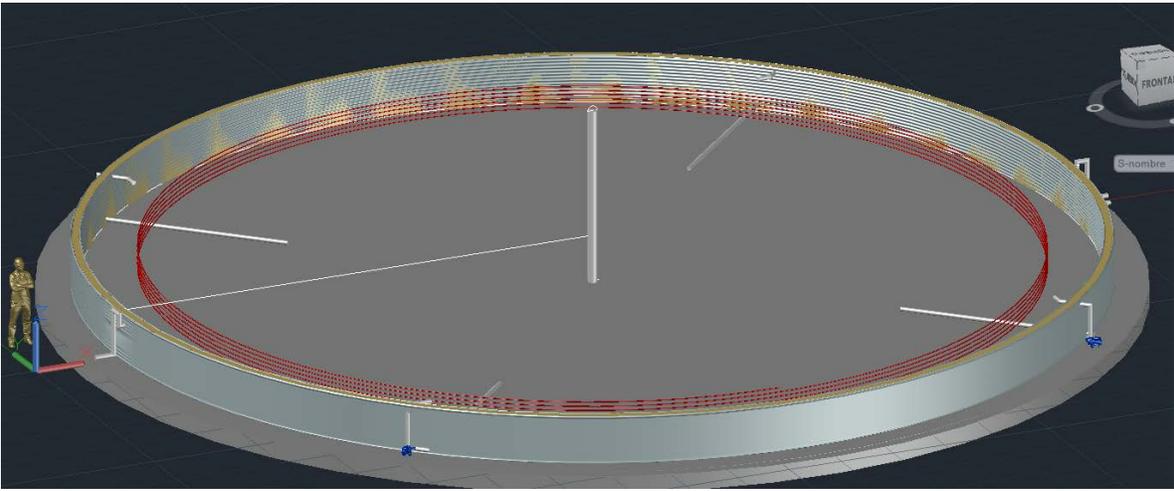
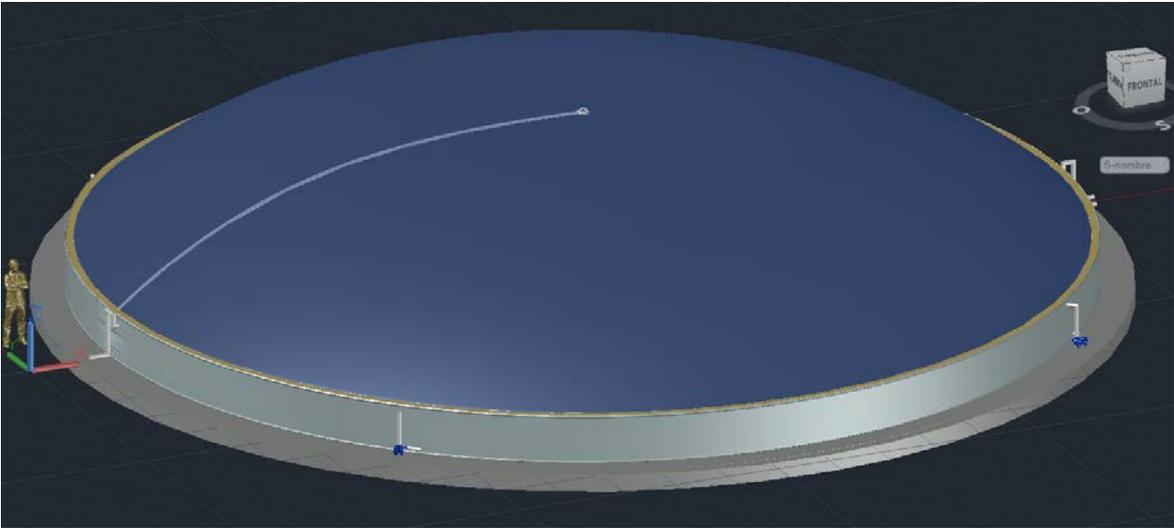
Como fue mencionado en puntos anteriores, el costo del propano se encuentra históricamente entre 0,80 y 1,00 USD/kg. Para este caso se estimará un costo de 0,9 USD/kg.

Según los datos obtenidos por relevamiento de animales y unidades productivas de la escuela se consiguieron realizar las siguientes aproximaciones en función de datos bibliográficos de TRH y potencial de producción de biogás, considerando una temperatura del reactor de 35°C (mesofílico):

Costo Propano	0,9 USD/kg	Cot. USD	65
Costo E. Eléct.	131 USD/MWh		

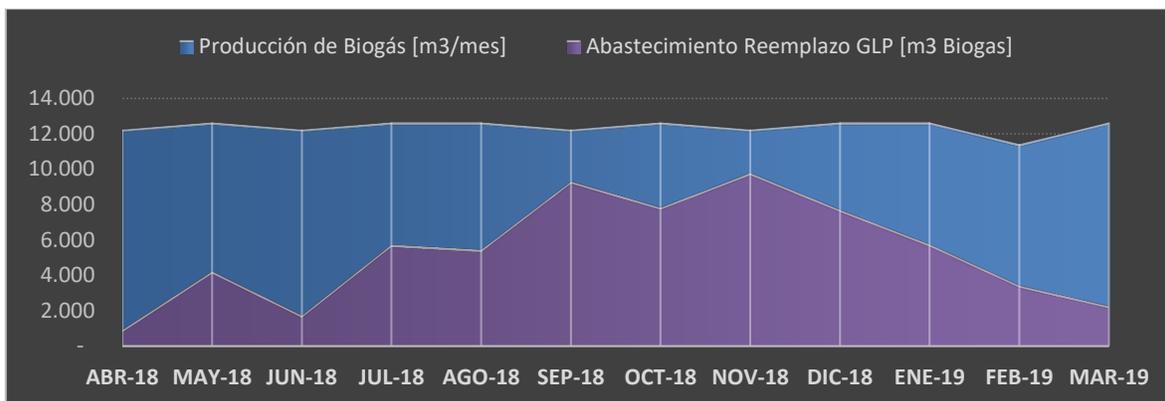
	Sustrato [m3 sust día]	TRH [días]	Volumen Digestor [m3]	Biogás [m3/m3 sust día]	CH4 [m3/m3 sust día]	Biogás [m3/día]	CH4 [m3/día]
SUNI	6,23	20	125	28	17	174	106
AVI	0,22	30	6	140	90	30	19
TAMBO	1,31	30	39	80	44	105	58
GANADERIA	0,92	30	28	80	44	74	40
CLOACA	3,50	30	105	7	4	25	14
<b>Totales</b>	<b>12,17</b>		<b>303</b>			<b>408</b>	<b>237</b>

Teniendo en cuenta la disponibilidad de tanques comerciales de estas magnitudes, se decide realizar el diseño en un sistema a base de tanques australianos, recubiertos en polietileno de alta densidad, térmicamente aislados con lana de vidrio en las paredes laterales, platea de hormigón H15 con aislamiento térmico con termofom, sistema de intercambio de calor con PEX y sistema de agitación por recirculación con ruptura de sobrenadante:



El costo estimado del biodigestor es de 108.253 USD, incluyendo un compresor de biogás y el sistema de tratamiento del mismo (condensador de agua, remoción de humedad con silica-gel, y remoción de azufre con carbón activado). El uso del biogás será exclusivamente para uso térmico.

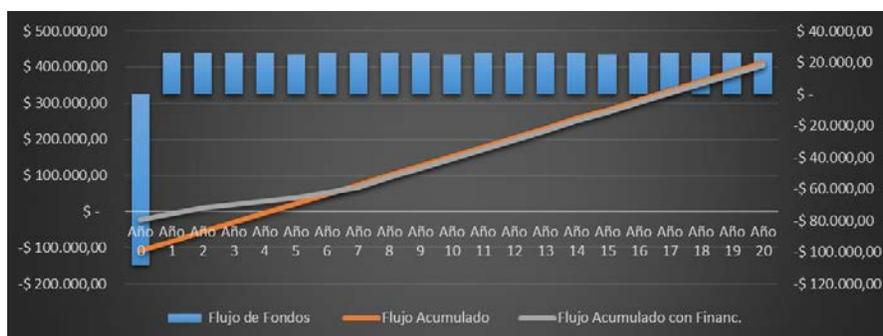
Con la cantidad de efluentes disponibles, será suficiente para abastecer de gas a la escuela:



En función de estos datos se procede a realizar una evaluación financiera del proyecto teniendo en cuenta dos alternativas:

- a) Financiación propia de la escuela
- b) Acceder a crédito CFI de reactivación productiva

En función de estas dos variables se llega al siguiente flujo de fondos:



Los resultados, aprovechando solamente el 40% del biogás obtenido, son los siguientes:

**Resultados Sin Financiamiento**

<b>VAN [USD]</b>	<b>147.427</b>
<b>TIR</b>	<b>23,7%</b>
<b>Tasa de Descuento</b>	<b>8%</b>
<b>Tiempo de Recupero [años]</b>	<b>4,1</b>

**Resultados Con Financiamiento CFI**

<b>VAN</b>	<b>164.772</b>
<b>TIR</b>	<b>65,1%</b>
<b>Tasa de Descuento</b>	<b>8%</b>
<b>Tiempo de Recupero</b>	<b>1,5</b>

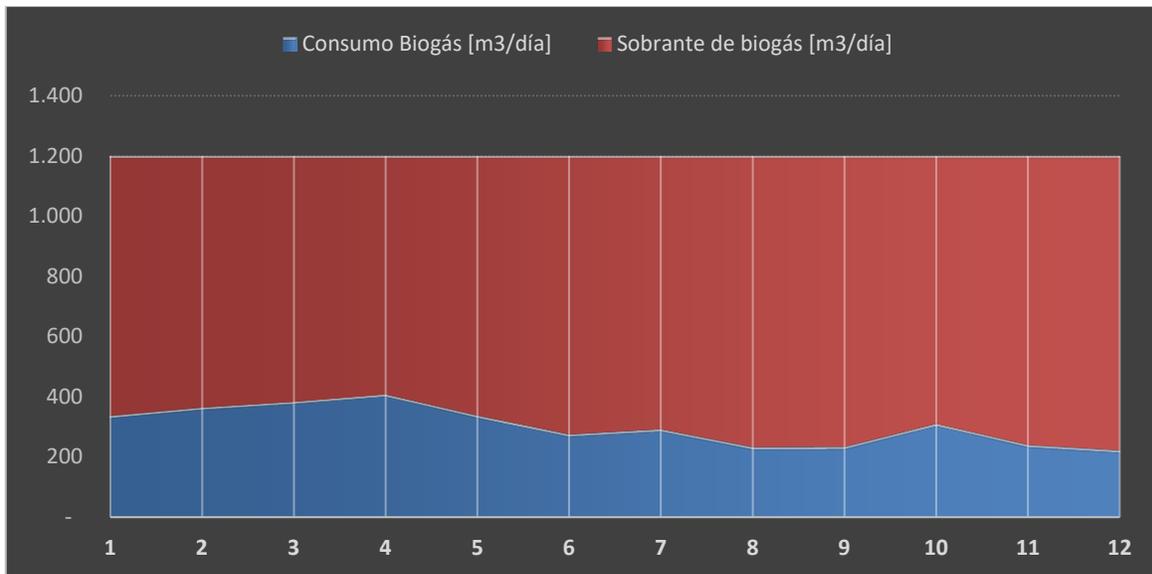
Cabe mencionar, que en este caso no se ha podido valorizar el ahorro generado por reemplazar sistemas de tratamiento de efluentes que hoy son inexistentes en el establecimiento ni tampoco el valor agronómico del abono orgánico obtenido en forma de digerido:

	Sustrato [m3 sust día]	CH4 [m3/día]	N [kg/día]	P [kg/día]	K [kg/día]	C [kg/día]
PORCICOLA	6,23	106	174	85	314	2266
AVICOLA	0,22	19	32	25	23	223
TAMBO	1,31	58	59	34	92	1467
GANADERÍA	0,92	40	41	24	65	1030
CLOACA	3,50	14	98	48	176	294
<b>Totales</b>	<b>12,17</b>	<b>237</b>	<b>404</b>	<b>214</b>	<b>671</b>	<b>5.281</b>

#### BIOGAS EN REEMPLAZO DE PROPANO: PORCICOLAS

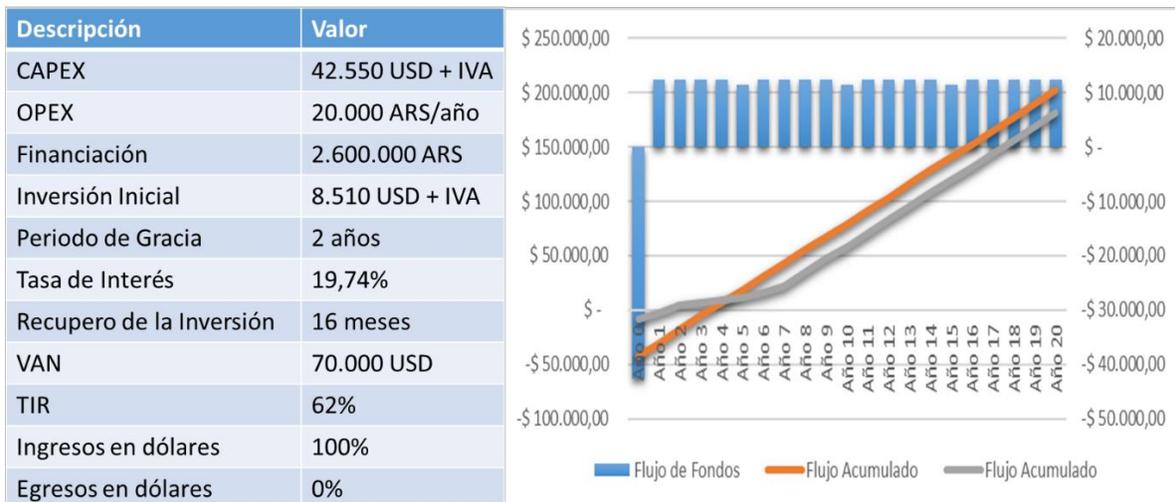
Estudio de factibilidad realizado en el año 2019, con los datos reales de campo. En este caso se procede a evaluar el caso de un criadero de cerdos de ciclo completo de 500 madres, donde el productor cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes de piletas de aireación y donde se busca producir biogás para reemplazar el consumo de propano.

Se decide realizar un diseño económico donde se cubriría una de las piletas ya existentes en el predio con PEAD. A pesar de que el potencial de generación de biogás es muy superior al consumo, la alternativa económica más conveniente resulta en cubrir la pileta con PEAD y ventear el exceso. A pesar de que resulta interesante pensar en la alternativa de generar electricidad, al hacerlo solo conseguimos retrasar el recupero de la inversión y reducir el VAN del proyecto.



Los resultados del análisis fueron los siguientes:

Grupo	Descripción	Detalle Técnico
Biodigestor	Material	PEAD 1.500 Micrones
	Volumen de Digestión	1.200 m3
	Agitación	1 bomba Motorarg BBO 400T o similares
	Volumen del Gasómero	600 m3 aprox
Producción y Consumos	Producción Máxima en Verano	1.260 m3/día – TRH 20 días
	Producción Mínima en Invierno	800 m3/día – TRH 40 días
	Consumo Invierno	180 m3/día
Back-up	Stock de Seguridad	600 m3
	Back-up alternativo	Propano (mezcla con biogás)
Acondicionamiento del gas	Filtro H2S	Regenerativo: óxido de hierro
	Filtro de Agua	Condensador + Silica-gel



Este último caso no ha sido estudiado en un caso puntual, sin embargo, resulta de la combinación de dos casos de estudio. La producción de biogás a partir de gallinaza resulta muy interesante para poder tratar los residuos que ellos mismos generan y por el alto consumo de energía que tiene, pero resulta problemático por la formación de amoníaco en el mediano plazo. Una forma de solucionar este problema es la incorporación de un cosustrato con alto contenido de carbono para mejorar la relación C:N de la codigestión. En el caso de los pinos se ha estudiado con el INTA y el INTI la utilización de Glicerol como cosustrato y el mismo ha arrojado resultados favorables. Sin embargo, la obtención de glicerol podría ser un problema dependiendo de la ubicación de la granja. Como hemos visto en el caso del biodiesel, el glicerol se obtiene de la producción de biodiesel, y a su vez, este tipo de producciones suelen tener un consumo de gasoil elevado. Si recordamos que el mayor beneficio de las plantas de biodiesel se da en casos de autoconsumo, la combinación de estas dos plantas (biodiesel + biogás) no solamente generará un proyecto técnicamente viable, sino que, además, acumularía los beneficios de ambos proyectos evaluados por separado, sin generar residuo alguno.

## CONCLUSIONES

La Provincia de Buenos Aires cuenta con una alta disponibilidad de sustratos para la producción de biogás y biodiesel, que le permitirían impulsar un desarrollo más sustentable mediante la promoción de negocios rentables, amigables con el medio ambiente y que generarían nuevos puestos de trabajo con mano de obra local.

En el caso del biodiesel, no solamente cuenta con el recurso natural, sino también con la disponibilidad de capacidad ociosa tanto de extrusores de soja como de plantas de biodiesel. Como se ha indicado en el presente trabajo, también existe una gran capacidad instalada de generadores a gasoil en Buenos Aires (600 MW) que podrían ser abastecidos parcialmente con biodiesel. Por otro lado, también se ha demostrado la conveniencia económica para productores agropecuarios de producir biodiesel para autoconsumo en reemplazo de gasoil. Ambos destinos son más que suficientes para reactivar el 100% de la capacidad ociosa de extrusores y plantas de biodiesel en Buenos Aires.

Respecto al Biogás, ha quedado demostrada en esta Tesis la conveniencia económica del biogás sobre el GLP o Propano. Por este motivo, el uso de biogás representa una oportunidad de ahorro para el estado Provincial si se reemplaza GLP por biogás en localidades aisladas de la red troncal de gas natural (como el ejemplo detallado de “Los Pinos”), y un ahorro para los productores privados que reemplacen GLP o Propano por biogás.

Por otro lado, también ha quedado demostrada la conveniencia económica de la generación eléctrica a partir de biogás respecto de la generación eléctrica a gasoil. En este caso, el biogás representa una oportunidad de ahorro para el Estado Nacional si se desplaza generación a gasoil con biogás.

En resumen, como se desarrolla en ejemplos de esta Tesis, existen medidas concretas que se podrían llevar a cabo para promover las bioenergías sin que ello se refleje como un sobrecosto para el Estado, sino por lo contrario, como una ganancia. Sin embargo, existen otras medidas como la inyección de biometano a las redes troncales de gas natural, que, a pesar de no ser alternativas más económicas a primera vista, deberían evaluarse en detalle y tener en cuenta los beneficios ambientales que esta tecnología aporta. Otro caso es el del biometano comprimido para transporte.

## BIBLIOGRAFÍA

- FACHVERBAND BIOGAS EV., FEDERAL MINISTRY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY, “El uso del biogás en Alemania – Condiciones político-legales, económicas y técnicas”, Ing. David Wilken, Asociación Alemana de Biogás, 2012
- ELSEVIER, DEPARTMENT OF CIVIL, STRUCTURAL AND ENVIRONMENT ENGINEERING, CORK INSTITUTE OF TECHNOLOGY, CORK, IRELAND, Paper “Biogas from slaughterhouse waste: Energy recovery towards an energy self-sufficient industry in Ireland”, Aidan Ware, Niamh Power, 2015
- WILEY-VCH, “Biogas from waste and renewable resources, Dieter Deublein and Angelika Steinhauser, 2008
- GEORGIA TECH RESEARCH INSTITUTE, “Biogas utilization handbook”, James L. Walsh, Charles C. Ross, Michel S. Smith, Stephen R. Harper, W. Allen Wilkins, 1988
- IEA BIOENERGY, “Task 37 Biogas Country Overview”, 2013-2015
- NORWEGIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES, FACULTY OF ENVIRONMENTAL SCIENCES, AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT, “Reduction of environmental impacts through optimization of biogas value chains. Drivers, barriers and policy development.”, Phd Thesis, Kari-Anne Lyng, 2018
- MINISTERIO DE ENERGIA DE CHILE, PNUD, FAO, GEF, “Manual de biogás”, María Teresa Varnero Moreno, 2011
- Ministerio de Energía y Minería de la Nación: Informes anuales, informes mensuales, Precios del GLP, Precios de diésel, precios Biodiesel, Consumos de energía
- Ministerio de Agroindustria PBA: Datos de establecimientos pecuarios y cuantificación de la biomasa disponible
- FAO, SECRETARÍA DE ENERGÍA, “[www.Probiomasa.org.ar](http://www.Probiomasa.org.ar)”