

## **ESTUDIO DE POTENCIALIDAD PARA EL REEMPLAZO DE GLP POR PELLETS DE MADERA A BASE DE RESIDUOS FORESTOINDUSTRIALES APLICADO A LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA.**

**C. Bertoglio, A. Figueira, J. Morris y C. Lafflito**

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora  
Ruta 4 (ex-Camino de Cintura) - Km. 2 – Lomas de Zamora (CP 1832), Buenos Aires, Argentina  
Tel: (+54 11) 4282-1471

E-mail: [car.bertoglio@gmail.com](mailto:car.bertoglio@gmail.com) – [anifigueira@gmail.com](mailto:anifigueira@gmail.com) – [jmorris2985@gmail.com](mailto:jmorris2985@gmail.com) – [cristinalafflito@gmail.com](mailto:cristinalafflito@gmail.com)

*Recibido: 1-07-20; Aceptado: 21-07-20; Publicado en línea: 30-07-20.*

**RESUMEN.-** El contexto mundial relacionado al consumo de energías no renovables tiene asociadas diversas problemáticas entre las cuales se pueden mencionar el agotamiento de dichas fuentes y el daño a la atmósfera. Este hecho derivó en el desarrollo de la industria del pellet de madera en Argentina la cual, si bien está en sus inicios, presenta una alta potencialidad de producción y de implementación especialmente en la zona noreste de este país. A partir de la extrapolación de datos se determinó el mercado potencial existente en la provincia de Entre Ríos considerando el reemplazo del GLP por el combustible de biomasa en formato de pellets a base de residuos generados en aserraderos los cuales representan un notable potencial biomásico para la producción de energía. Según la capacidad instalada en el país para la producción de los pellets y considerando el porcentaje de esta que está siendo utilizado, se podría llegar a producir combustible suficiente para reemplazar el 20% de GLP. Esto representa un gran potencial para enfrentar la problemática asociada a la acumulación de dichos residuos cuyo almacenaje representa riesgos de incendios o proliferación de vectores, el uso de energías no renovables y el costo mensual que enfrentan los habitantes de la región.

**Palabras claves:** Pellets de madera. Biomasa. Energías renovables

## **POTENTIAL STUDY FOR THE REPLACEMENT OF LPG BY WOOD PELLETS BASED ON FOREST-INDUSTRIAL WASTE APPLIED TO THE PROVINCE OF ENTRE RÍOS, ARGENTINA.**

**ABSTRACT.-** The global context related to the consumption of non-renewable energy has various problems associated with it, among which we can mention the depletion of these sources and the damage to the atmosphere. This fact led to the development of the wood pellet industry in Argentina which, although it is in its infancy, has a high potential for production and implementation, especially in the northeast of this country. Based on the extrapolation of data, the potential market existing in the province of Entre Ríos was determined considering the replacement of LPG by biomass fuel in the form of pellets based on waste generated in sawmills, which represent a remarkable bio-potential for production of energy. Depending on the installed capacity in the country for the production of pellets and considering the percentage of it that is being used, enough fuel could be produced to replace 20% of LPG. This represents a great potential to face the problems associated with the accumulation of such wastes whose storage represents risks of fires or vector proliferation, the use of non-renewable energy and the monthly cost faced by the inhabitants of the region.

**Key words:** Wood pellets. Biomass. Renewable energy.

### **1. INTRODUCCIÓN**

En el mundo existe en la actualidad un incremento constante en lo que respecta al consumo de energía debido a que la matriz energética mundial está compuesta en su mayoría de orígenes fósiles lo que deriva en preocupantes problemas ambientales entre los que se puede mencionar: emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), contaminación del aire, lluvia ácida. A raíz de esto, surge como alternativa el empleo de energías más limpias y de origen biomásica. Este tipo de

energías se las considera de CO<sub>2</sub> neutro. (*Uasuf y Hilbert, 2012*)

Los recursos biomásicos provienen de diversas fuentes biológicas. En el caso del presente trabajo se referencia a los recursos generados en el sector forestoindustrial del país a causa del bajo rendimiento que presentan los aserraderos que integran dicho sector. Según el informe nacional del relevamiento censal de aserraderos realizado en el año 2015, el rendimiento aproximado de estos establecimientos es

cercano al 40% por lo que el empleo de los residuos generados allí tiene una alta potencialidad de ser empleados económicamente siendo utilizados en nuevas industrias para la generación de biomasa a base de pellets de madera.

Los pellets de madera son energía renovable que se obtiene de la reconversión del principal desperdicio de la industria maderera, el aserrín y viruta. (Ayala-Medivil y Sandoval, 2018)

Éste puede utilizarse a nivel doméstico como combustible para calefacción de un hogar a través de estufas preparadas para utilizar el producto.

Según LIPSIA S. A., empresa fabricante de pellets de madera en Argentina y partiendo de que el pellet de madera representa un tipo de biomasa se derivan los siguientes beneficios de su uso:

- Es energía renovable porque proviene de los desechos forestales generados por los aserraderos.
- El 100% de la composición del pellet es natural.
- Está probado que el quemado de pellets es el más limpio de todos los combustibles sólidos.
- Realizada en las condiciones adecuadas, la combustión de biomasa produce agua y CO<sub>2</sub>, pero la cantidad emitida de este gas (principal responsable del efecto invernadero), fue captada previamente por las plantas durante su crecimiento. Es decir, el CO<sub>2</sub> de la biomasa viva forma parte de un flujo de circulación natural entre la atmósfera y la vegetación, por lo que no supone un incremento del gas invernadero en la atmósfera. Además, es notablemente inferior a la generada por la leña.
- No produce emisiones sulfuradas o nitrogenadas, ni tampoco partículas sólidas.
- Como la biomasa procede de residuos, su aprovechamiento energético supone convertir un residuo en un recurso.
- El pellet genera muy poco porcentaje de cenizas y que además éstas son biodegradables, de origen vegetal, no tóxicas, pudiéndose aprovechar como abono. Son cenizas ricas en calcio y potasio.
- El pellet de madera es un producto más barato frente a otras energías utilizadas de origen fósil.
- Las estufas a base de pellets permiten la graduación de la potencia calorífica que se desea conseguir,

adecuando en todo momento el consumo de energía.

Por las ventajas expuestas más arriba, se puede asegurar que el uso de este producto asegura un desempeño eficiente, seguro, duradero y busca el desarrollo sustentable a través de la conservación del medio ambiente.

### 1.1. Tendencias en el mundo.

A nivel mundial, según la FAO (2009), la madera representa el 40% del suministro actual de la energía renovable, superando a la solar, eólica e hídrica.

En lo que respecta a energía térmica, el empleo de chips y pellets de madera para calderas y estufas es el combustible que más ha aumentado su uso con el fin de alcanzar las metas de energía renovable en Europa, Japón y Corea en los últimos 10 años, según la misma fuente de información que en el párrafo anterior.

En esos países, las tecnologías innovadoras en calderas y estufas de alta eficiencia y con potencias de menos de 100 KW permitieron el notable crecimiento de su uso en oficinas gubernamentales, escuelas, hospitales, hoteles, edificios y hogares como reemplazo del gas y otros combustibles.

En lo que respecta al uso de pellets a nivel mundial, se evidencia un constante crecimiento de su consumo en Europa. Allí, la producción se incrementa año a año, pero, sin embargo, la misma no alcanza para abastecer su consumo. Europa importa casi el triple comparado con su producción. (Maslatón et. al. 2011)

Para llevar adelante el análisis de importadores y exportadores se empleó el Software de acceso gratuito TradeMap, (herramienta desarrollada por el Centro de Comercio Internacional -INTRACEN- cuyo objetivo es facilitar la investigación de mercados exteriores mediante un análisis detallado de las exportaciones e importaciones de productos por códigos arancelarios y países). De allí se obtuvo la información que se detalla en los puntos 1.1.1 y 1.1.2

#### 1.1.1 Importadores.

Del ranking de importadores a nivel global, los primeros cinco países concentran el 80% de las importaciones mundiales. Las cantidades importadas por cada uno y su participación en el mercado importador global son:

Tabla 1. Importadores mundiales de pellets de madera

Importadores	Valor importado en 2016 (miles de USD)	Cantidad importada en 2016	Unidad de cantidad	Participación en las importaciones mundiales (%)
Mundo	2746169	16799349	Toneladas	100
Reino Unido	1236932	7086183	Toneladas	45
Italia	317709	1663820	Toneladas	11,6
Dinamarca	298185	2053682	Toneladas	10,9
Corea	173121	1716641	Toneladas	6,3
Corea	173121	1716641	Toneladas	6,3

Fuente: Elaboración propia – Información extraída de Trade Map

Aproximadamente el 50% de la fabricación mundial de pellets está en manos de Europa mientras que la demanda de esta zona representa aproximadamente el 75% del mercado. (Isaac, 2016)

Por ende, en ese continente se radica el mayor mercado de pellets de madera del mundo con aproximadamente 20,5 millones de toneladas métricas de pellets consumidas en 2015, del cual un 65% de ese volumen es usado para calefacciones y el 35% restante para la producción energética.

Además, casi el 30% de lo consumido debe ser importado debido a que la capacidad instalada en Europa para la producción de pellets de madera no da abasto a satisfacer la demanda.

Aunque la producción local sea significativa, los países escandinavos, principalmente Suecia y Dinamarca, dependen en parte de las importaciones de la región báltica y de Rusia. Las restricciones en puerto de los países escandinavos están beneficiando el suministro por el mar Báltico, donde la distribución se realiza por lo general mediante embarcaciones de tamaños menores a las que se emplean para el comercio

por el Atlántico. Se espera que se mejoren las infraestructuras para aumentar aún más el abastecimiento desde América del Norte. El mercado de los pellets en Alemania, Austria y en menor medida, Francia e Italia está más aislado y depende sobre todo de la producción en estas regiones. Desde 2008, la demanda de pellets de la UE ha superado significativamente la producción doméstica.

Como respuesta a la alta y creciente demanda de pellet industrial en Europa, se ha aumentado la capacidad de fabricación en las regiones que proveían la región, pero aún sigue habiendo demanda insatisfecha.

#### 1.1.2 Exportadores.

En referencia a las exportaciones empleando la misma base de datos, se concluyó lo siguiente:

Del ranking de exportadores a nivel global, los primeros cinco países concentran el 50% de las exportaciones mundiales. Las cantidades importadas por cada uno y su participación en el mercado exportador global son:

Tabla 2. Exportadores mundiales de pellets de madera

Exportadores	Valor importado en 2016 (miles de USD)	Cantidad importada en 2016	Unidad de cantidad	Participación en las exportaciones mundiales (%)
Mundo	2460892	16732334	Toneladas	100
Estados Unidos de América	612496	4059241	Toneladas	24,9
Canadá	309189	2373110	Toneladas	12,6
Letonia	222235	1611382	Toneladas	9
Estonia	142665	947627	Toneladas	5,8
Austria	131946	606340	Toneladas	5,4

Fuente: Elaboración propia – Información extraída de Trade Map

La demanda de pellets de madera en algunos países europeos, incluyendo Suecia, Países Bajos, Bélgica, Italia, Dinamarca y Gran Bretaña superaron ampliamente su producción interior, lo que derivó no sólo en el aumento de las importaciones de países vecinos, sino también de Estados Unidos y Canadá.

Canadá y EEUU poseen 24 y 75 plantas respectivamente cuyos niveles de producción son de aproximadamente 1.800.000 Tn/año y 2.000.000 Tn/año.

Estos dos países se convirtieron en principales proveedores de pellets de madera de Europa, pero sobre todo del Reino Unido, país que se posiciona ampliamente como el número uno de importaciones de pellets. (Global timber and Wood products market update 2018)

#### 1.2. Tendencias en Argentina.

A diferencia de los países más competitivos, en Argentina gran parte de los residuos derivados de la actividad foresto-industrial no poseen empleo económico. Hay numerosas zonas que agrupan aserraderos PyMES con baja o media

escala de producción, que producen residuos que no cuentan en la actualidad con una alternativa de uso económicamente viable y, por otro lado, están alejados de las grandes empresas demandantes de residuos (celulosa, tableros y otros). Es por eso que, aun mejorando los rendimientos de los aserraderos, existe el problema de qué hacer con los residuos sobrantes de ellos. (Barbieri 2009)

Según PROBIOMASA (Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa, ente que depende de los Ministerios de Agroindustria, de Energía y Minería y cuenta con el apoyo de FAO) la contribución de las energías renovables al sector eléctrico es de sólo el 1,9% mientras que el de biomasa específicamente es el 0,11%. La entidad alega que hay un alto potencial para desarrollar este sector, pudiendo sextuplicar la contribución actual de biomasa a la matriz energética. Si se lograra utilizar el total de la capacidad instalada actualmente en la producción de pellets, se podrían generar 180 MW de origen térmico. (AFoA, 2017).

Se estima que Argentina cuenta con una capacidad instalada de 110.000Tn / año de las cuales, tres empresas concentran aproximadamente el 65%.

En el país, la fabricación de pellets de madera y su posterior utilización como biocombustible representa una industria en desarrollo y un producto que se encuentra en fase introductoria. (*Barbieri 2009*)

Existen actualmente algunas plantas productoras, entre las cuales se pueden mencionar Lipsia S.A., J Nardelli&Cia. SA Barroman S. A, Lare SA.

Es importante destacar que no se busca aumentar la cantidad de los residuos que se generan para obtener pellets, sino que, aun optimizando los rendimientos de esta industria, existe el problema de qué hacer con los residuos que en ella son generados. En contraste con los países más desarrollados, en Argentina una gran cantidad de los residuos que se generan en la actividad forestoindustrial no son explotados económicamente. Hay numerosas zonas donde existen aserraderos PyMES, es decir, con una escala de producción media o baja, que producen residuos que no están asociados a una alternativa de uso económicamente viable y, además, se encuentran a significativas distancias de las grandes empresas que demandan dichos residuos para fabricar productos tales como: celulosa, tableros y otros. (*Maslatón et. al. 2011*)

FAO ha promovido acciones para desarrollar sistemas bioenergéticos que sean sostenibles. Para ello, ha puesto a disposición de los países miembros un programa de asistencia técnica. Endicho programa se incluye la transferencia de su metodología denominada WISDOM (Metodología de mapeo de oferta y demanda integrada de dendrocombustibles). Argentina ha llevado a cabo dicha metodología con el fin de revisar informaciones y datos existentes para realizar la cuantificación inicial del potencial disponible en el país para el uso de biomasa en la generación de energía. (*FAO, 2009*)

De allí surge la oportunidad de estudiar el reemplazo de GLP por pellets de madera para calefacción de hogares empleando los residuos generados en los aserraderos.

Debido a que el noreste argentino no cuenta con gas natural y dado que en Entre Ríos existen empresas productoras de pellets de madera se seleccionó dicha provincia para el estudio, considerando la potencialidad existente para emplear esta biomasa.

La potencialidad de sustitución del GLP por el empleo de pellets de madera depende de diversos factores:

- Disponibilidad de materia prima.
- Conectividad.
- Distancia a polos de consumo.
- Equipamiento empleado para el quemado.
- Política energética / subsidios.

Es necesario destacar que en lo que respecta al mercado de insumos (aserrín, virutas, chips) no se encuentra explotado económicamente, lo que sí existe son precios de estos insumos que se utilizan como materia prima para la producción de celulosa y de tableros y que son fijados en cada polo donde se ubican dichas empresas.

### *1.2.1 Importaciones.*

Las importaciones de Argentina representan menos del 1% de las importaciones mundiales para este producto, su posición relativa en las importaciones mundiales es 47.

Según los datos relevados el software empleado, Argentina ha importado 1000 Tn, aproximadamente, en el año 2016. Dicha cantidad fue provista mayormente por Estados Unidos y Uruguay, contribuyendo con 336Tn y 300Tn respectivamente.

La distancia media de los países proveedores es 7552 km.

### *1.2.2 Exportaciones.*

Al igual que ocurre con las importaciones, las exportaciones de Argentina también representan un valor menor al 1% de las exportaciones mundiales para este producto, su posición relativa en las exportaciones mundiales es 64.

Argentina ha exportado aproximadamente 16000 toneladas durante el año 2016 siendo su principal destino Brasil, seguido por Italia. Las cantidades exportadas a cada país fueron de, aproximadamente, 13000Tn y 2000Tn respectivamente.

## **2. METODOLOGÍA**

### *2.1. Selección de la provincia para el estudio.*

Al hablar de energía consumida por hogares e industrias, no solo se hace referencia a la electricidad sino también a la energía térmica. Esta última es posible gracias a la combustión de gas natural, GLP, leña, gasoil y otros productos entre los cuales se puede mencionar al pellet de madera.

Es así como la falta de suministro en algunas zonas, el difícil acceso en otras o la realidad económica de la provincia hace del combustible un producto de escaso o negado acceso. Además, cabe mencionar los incrementos que se dieron y se siguen dando en el precio interno del combustible (Gasoil, GLP, Nafta) afectan directamente a toda la cadena productiva y consecuentemente a la demanda.

Al hacer referencia al NEA (Noreste argentino – Misiones, Corrientes y Formosa) se puede observar que el mismo no cuenta con red de gas natural. A pesar de que en el año 2007 se firmó un contrato en el cual se contempla un gasoducto que pasaría por la región, al día de la fecha el mismo no está finalizado. Actualmente solo está terminado el tramo que pasa por corrientes, pero no así el que pasaría por Formosa y Misiones. (*Risuelo, 2010*)

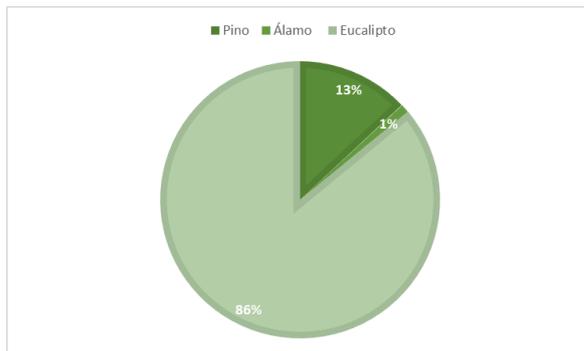
El mercado seleccionado para el estudio de potencialidad del empleo de los pellets de madera es, en primer lugar, el mercado local argentino debido a que se identificó al NEA como un mercado potencial con necesidad de suministros energéticos para poder llevar a cabo sus actividades debido a la falta de gas natural y al elevado costo de las garrafas de GLP.

Es importante destacar que, desde una mirada agronómica y forestal, el país posee condiciones ecológicas aptas para producir energía a base de biomasa lo que se ve favorecida por la cantidad de área forestada en el territorio y el desarrollo de la industria forestal.

Además, existe un sustento legal para fomentar el desarrollo de la bioenergía entre los que se pueden mencionar el régimen de promoción de la Ley 26.093 para la producción y uso sustentable de biocombustibles y la Ley 26.190 que promueve el uso de fuentes renovables para producción de energía. (FAO, 2009)

A esta realidad es conveniente sumarle la gran oferta de materia prima (productos secundarios de madera) que se producen tanto en el NEA como la provincia de Entre ríos, perteneciente al litoral del país.

Según el informe nacional del relevamiento censal de aserraderos llevado a cabo por el Ministerio de Agroindustria (2015), el consumo de materia prima de la provincia de Entre Ríos en 2015 fue de 2.066.959 m3 estando compuesto por las especies que muestra la figura 1.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del informe nacional del relevamiento censal de aserraderos, Ministerio de Agroindustria 2015.

Fig. 1: Composición de la materia prima de los aserraderos en la provincia de Entre Ríos.

Considerando los pesos específicos de cada madera que componen la fuente de materia prima en la provincia de estudio, se arriba al resultado de que anualmente se consumen 1.454.498 Tn. De madera. Considerando que el rendimiento promedio de la madera es cercano al 40%, se dispone entonces de 872.699Tn anuales con potencialidad de ser empleados para la fabricación de pellets solo en la provincia de Entre Ríos. (Tropini 2010)

Tabla 3. Equivalente en GLP del consumo de GN

RUFINO - SANTA FE	
	Total
Consumo GN ( m3)	4537300
Cantidad de usuarios promedio	5229,17
GN / Usuario (m3)	867,6902835

Fuente: Elaboración propia

Luego, se realizó el cálculo del equivalente en GLP de dicho consumo. Debido a que 1kg de GLP equivale a 1.3m<sup>3</sup> de GN, la fórmula a emplear fue la siguiente (ENARGAS, 2020):

$$GLP (kg) = \frac{GN}{Usuario} (m^3) \times 1.3$$

(1)

En línea con lo expuesto es importante mencionar que la provincia de Entre Ríos cuenta con una población distribuida en 425.591 hogares de los cuales 247.677 consumen garrafas para cocción y calefacción, según los datos oficiales del censo nacional de población y vivienda de 2010. (Censo Nacional, 2010)

Por los datos expuestos en el párrafo anterior, se procedió a tomar como fuente lo censado en el año 2010 con respecto a los hogares en Entre Ríos que consumen dicho combustible y se calculó su equivalente en pellets para poder sustituir dicho producto, empleando la siguiente fórmula:

$$Consumo\ de\ GLP^{(1)} = Consumo\ de\ GN^{(2)} \times \frac{Densidad\ del\ GN}{Densidad\ del\ GLP}$$

(1) GN: Gas natural

(2) GLP: Gas licuado de petróleo

Considerando que:

- Densidad del gas natural: 190  $\frac{Kg}{m^3}$  (PropanoGas, 2020)
- Densidad del gas licuado de petróleo: 510  $\frac{Kg}{m^3}$  (YPF,2012)

#### 2.1.1 Cálculo de consumo de GLP y potencialidad de reemplazo por pellets.

La cantidad de pellets para reemplazar el GLP se estimó teniendo en cuenta los datos brindados por ENARGAS en la localidad de Rufino, Santa Fe. Dadas que las condiciones climáticas son similares en Santa Fe y Entre Ríos y ante la falta de datos en esta última provincia, se extrapolaron los datos para la estimación. En Rufino, Santa Fe se consume gas natural por lo que, como primer paso, se calcula el consumo por usuario de dicho combustible, como se muestra en la tabla 3.

Además, es importante destacar que debido a que el estudio se concentra en el reemplazo solo para calefacción los meses que se tuvieron en cuenta para el cálculo fueron desde abril a octubre.

Seguido de dicho cálculo, se procedió a calcular el consumo en la provincia de Entre Ríos considerando la cantidad de usuarios que emplean GLP en dicha provincia, según el Censo del año 2010.

A continuación, se estimó que la mitad del consumo está destinado a calefacción y el resto a la cocción de alimentos

dando como resultado la cantidad de GLP empleado para calefacción (Kg).

Para el cálculo del equivalente del consumo de GLP en pellets de madera, primero debió calcularse el equivalente en litros de los Kg de GLP. En este caso, la fórmula tuvo en cuenta la densidad del GLP en dichas unidades (YPF, 2012):  $0.56 \frac{Kg}{Lt}$

Por lo tanto, la fórmula fue:

$$GLP \text{ (litros)} = \frac{GLP \text{ (kg)}}{0.56} \quad (2)$$

Dando como resultado que el equivalente de GLP empleado para calefacción es de 147.600.911 Litros en los meses de abril a octubre.

Por último, se procedió a calcular el equivalente en pellets de dicho consumo. Para ello se tuvo en cuenta la siguiente relación:

$$1 \text{ kg de pellet de madera} = 0.81 \text{ lt de GLP (LIPSIA S.A., 2020)}$$

Por lo tanto, la fórmula empleada fue:

$$Pellets \text{ de madera (Kg)} = \frac{GLP \text{ (litros)}}{0.81} \quad (3)$$

Dicho valor, luego fue pasado a toneladas para facilitar su análisis.

Tabla 4. Equivalente en pellets del consumo de GLP

ENTRE RÍOS	
	Total
Equivalente en GLP (kg) del consumo de GN / Usuario (m3)	667,5
GLP / Año (Kg)	165313020,3
GLP empleado para calefacción (Kg)	82656510,1
GLP empleado para calefacción (Litros)	147600911,0
Equivalente de GLP para calefacción en pellets (Tn)	182223,3

Fuente: Elaboración propia

### 3. RESULTADOS

Como puede observarse en la tabla 4, el mercado del GLP abarca 247.677 hogares que si reemplazaran en su totalidad dicho combustible para calefacción por pellets de madera representarían una demanda de 182.223 Tn / Año.

Se estima que Argentina cuenta con una capacidad instalada actualmente de 110.000Tn / año para la producción de pellets de madera, aunque sólo se está produciendo un tercio del total.

Por lo tanto, de este total, dado lo mencionado en el párrafo anterior se podría abastecer un total del 20% del mercado estudiado.

Como se ha visto en el apartado **Selección de la provincia para el estudio**, la disponibilidad de materia prima alcanza para abastecer dicha necesidad.

### 4. CONCLUSIONES

Como se pudo observar luego del estudio realizado, por sus características en cuanto al rendimiento, la industria forestal es productora de una gran cantidad de residuos producto del aserrado o manufactura de la madera. Estos residuos, en muchas ocasiones, son almacenados a granel y a la intemperie

generando riesgos como proliferación de vectores o incendios.

Considerando que la industria de los aserraderos tiene un rendimiento cercano al 40% se observa la necesidad de convertir esos residuos en materias primas útiles no solo por los riesgos que conlleva su inapropiado tratamiento o disposición final sino también por el hecho de que se están consumiendo recursos naturales que pueden agotarse y que no están siendo aprovechados. Sumado a esto, puede verse el desarrollo de esta industria como un desarrollo económico donde se crearán puesto de trabajo y donde se explotará un recurso que actualmente está siendo desaprovechado.

El aprovechamiento de esos recursos ha sido llevado a cabo por los países más desarrollados, tal como se observa en la sección de **Tendencias en el mundo** que hacen uso integral de todos sus recursos empleándolos para diversos fines como ser la generación a través de la combustión y la cogeneración de energía calórica para el abastecimiento industrial y domiciliario. Con esto, dichos países logran diversificar los orígenes de sus fuentes energéticas logrando disminuir la demanda de los combustibles fósiles y, a su vez, contribuyendo al alcance de los objetivos asumidos por aquellos países que se adhirieron al Protocolo de Kioto con el fin de reducir los gases de efecto invernadero.

Observando a su vez la problemática asociada a la falta de redes de gas natural en el NEA y dada la gran cantidad de aserraderos que se ubican en la zona se arriba a la conclusión de que la provincia de Entre Ríos presenta una alta potencialidad para migrar, paulatinamente, del uso de GLP al uso de pellets de madera para abastecer a los hogares de calefacción.

Además, la combustión de pellets de madera genera un muy bajo porcentaje de cenizas que a su vez pueden emplearse como abono de la tierra para la disposición final. (Panero et al. 2013)

Por último, este biocombustible representa la ventaja de ser más económico comparado con el GLP que emplean los hogares lo cual representa una mejora en la calidad de vida económica de los usuarios dado que la obtención de estos combustibles representa un notable gasto mensual en los meses de invierno.

Se propone para futuras líneas de investigación el cálculo de la reducción de la huella de carbono derivado del reemplazo del GLP por pellets de madera.

## REFERENCIAS

- AFOA (2017). El gran potencial de la energía de base forestal para contribuir a la matriz energética de Argentina. Recuperado de: [http://www.afoa.org.ar/bosques\\_en\\_argentina\\_detalle.php?p=172](http://www.afoa.org.ar/bosques_en_argentina_detalle.php?p=172) (2020).
- Ayala-Mendivil, N y Sandoval, G. Madera y bosques. Bioenergía a partir de residuos forestales y de madera. 2018. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2401877> (2020).
- Barbieri Nojek J.P.. (2009). Pellets de madera: una Fuente de energía renovable. Recuperado de: [https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1130/4/1180\\_JuanPablo\\_Nojek.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1130/4/1180_JuanPablo_Nojek.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (2020)
- Cámara Argentina de Aserraderos de Madera. Pellets de madera. Recuperado de: [http://www.cadamda.org.ar/portal/index.php?Itemid=2&id=207&option=com\\_content&task=view](http://www.cadamda.org.ar/portal/index.php?Itemid=2&id=207&option=com_content&task=view) (2020)
- FAO Departamento forestal dendroenergía (2009). "Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina". Recuperado de: [http://www.probiomasa.gob.ar/pdf/Balance\\_de\\_Energia.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/pdf/Balance_de_Energia.pdf) (2020)
- Fernández-Puratich, H, Oliver-Villanueva, J, Valiente, M, Verdú, S y Albert, N. (2014). Desarrollo de pellets a partir de tres especies leñosas bajo condiciones mediterráneas. *Madera y bosques*, **20**, 3: 97-111.
- González, M. (2019). Factibilidad del aprovechamiento de los residuos de cáscara de madera en la planta de Sadeplan Latinoamérica SA. UTN.forest
- Isaac (2016). Forest Monitor. La Unión Europea es el mayor mercado de pellets de madera del mundo. Recuperado de: <https://www.forest-monitor.com/es/union-europea-pellets-mercado/>, (2020)
- Lipsia SA. Pellet de madera. Recuperado de: <https://lipsia.com.ar/bioenergia/pellet/> (2020)
- Malaston, D., Gonzalez, A. y Miño, A. (2008). Pellets de madera para uso Energético. INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Saber Cómo N°59 y N°60.
- Ministerio de Agroindustria. Informe nacional del relevamiento censal de aserraderos. 2015. Recuperado de: [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_desarrollo\\_foresto\\_industrial/censos\\_inventario/archivos/censo/00000\\_0\\_Informe%20Nacional%20de%20Aserraderos%202015.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/archivos/censo/00000_0_Informe%20Nacional%20de%20Aserraderos%202015.pdf) . (2020).
- Panero, C. Manrique, S. Franco, J. (2013). Proceso de co-combustión (carbón-biomasa) en una central termoeléctrica argentina. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, **1**, 06.01-06.08.
- Pellet Fuels Institute (2015). The Global Wood Pellet Market. John Granth Ekman & Co. Recuperado de: [http://www.pelletheat.org/assets/docs/2015\\_Conference/speaker\\_presentations/2015\\_pfi\\_conf\\_presentation\\_granth\\_monday\\_900.pdf](http://www.pelletheat.org/assets/docs/2015_Conference/speaker_presentations/2015_pfi_conf_presentation_granth_monday_900.pdf) , (2020).
- PropanoGas. Factor de conversión m3 a kg o kWh: Propano canalizado y a granel. 2020. Recuperado de: <https://propanogas.com/faq/factor-conversion> (2020).
- Risuelo, F. (2010). Análisis de la infraestructura de gas natural en la República Argentina. Cámara argentina de la construcción.
- Tropini, I. (2010). Estudio de prefactibilidad para la utilización de residuos derivados de la industria arrocera y de la forestoindustria en la generación de energía eléctrica, para la provincia de Entre Ríos. Recuperado de: [https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2010/42\\_9.IX.TROPINI.pdf](https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2010/42_9.IX.TROPINI.pdf) (2020)
- Uasuf A., Hilbert J. El uso de la biomasa de origen forestal con destino a bioenergía en la Argentina. Informes técnicos bioenergía. INTA, Año 1 N° 3. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_uso\\_de\\_biomasa\\_forestal\\_para\\_bioenergia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_uso_de_biomasa_forestal_para_bioenergia.pdf) (2020).
- Wood Resources International LLC. Global timber and Wood products market update (2018). Recuperado de: <https://woodprices.com/wp-content/uploads/2019/12/GTWMU-North-American-wood-pellet-exports-in-2018.pdf> (2020).
- YPF. Gas licuado de petróleo. (2012). Recuperado de: <https://www.ypf.com/productosyservicios/Descargas/GLP.pdf> (2020).