



EFICIENCIA
ENERGÉTICA
EN ARGENTINA



Proyecto financiado
por la Unión Europea

INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL SECTOR CELULOSA Y PAPEL

OCTUBRE, 2019

Proyecto
implementado por:



La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva del consorcio de implementación liderado por GFA Consulting Group y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea



“Eficiencia Energética en Argentina”, apostando por conformar un sector energético más sostenible y eficiente en Argentina

Este documento ha sido elaborado por un equipo de trabajo constituido por los siguientes profesionales: Autor Principal, Haroldo Montagú; Especialista Energético: Gustavo Nadal; Asistente: Hilda Dubrovsky en el marco del Proyecto “Eficiencia Energética en Argentina” financiado por la Unión Europea.

© Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2019. Reservados todos los derechos. La Unión Europea cuenta con licencia en determinadas condiciones



INDICE

Presentación del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina	5
Introducción al Diagnostico sector celulosa y papel	9
1. La cadena productiva	10
1.1. Eslabones de la cadena y principales productos	10
1.2. Grado de concentración	16
1.3. Zonas de desarrollo (producción), ubicación del consumo	16
1.4. Principales empresas de la cadena según eslabón.	19
2. Evolución de la actividad y la balanza comercial de la cadena	19
2.1. Evolución del nivel de actividad	19
2.2. Evolución del empleo por sector	23
2.3. Evolución del comercio exterior de productos	24
3. Diagnóstico tecnológico energético	26
3.1. Cadena tecnológica	26
3.2. Consumos energéticos, fuentes energéticas (datos CAMMESA, ENARGAS y otras fuentes)	28
3.3. Benchmarking	31
3.4. Costos energéticos	33
3.5. Potenciales de medidas de eficiencia	35
3.6. Identificación preliminar de barreras a la eficiencia	38
Anexo 1. Grandes empresas del sector a encuestar	40
Índice de Gráficos	
Gráfico 1. Producción de distintos tipos de papel. (En miles de toneladas)	20
Gráfico 2. Producción pasta celulósica. (En miles de toneladas)	20
Gráfico 3. Valor agregado del sector Fabricación de papel y de productos de papel. (En millones de pesos de 2004 (variación anual))	21
Gráfico 4. Utilización de la capacidad instalada. (En %)	22
Gráfico 5. Consumo nacional aparente/producción	22
Gráfico 6. Puestos de trabajos registrados en el sector	23
Gráfico 7. Empleo y producción en el sector. (2008=100)	24
Gráfico 8. Comercio exterior del sector papel. (En millones de dólares)	24
Gráfico 9. Comercio exterior del sector papel. (En millones de dólares)	25
Gráfico 10. Comercio exterior del sector papel. (En toneladas)	25



Gráfico 11. Exportaciones e importaciones del complejo papel. (En cantidades).....	26
Gráfico 12. Estructura estimada del Consumo energético industrial	30
Gráfico 13. Estructura estimada del Consumo energético de la industria del Papel.....	30
Gráfico 14. Benchmarking de consumos específicos en la producción de Pulpa y Papel.....	32
Gráfico 15. Costos de Producción – Preparación Pasta. (En % del total).....	34

Índice de figuras

Figura 1. Cadena de producción de la pulpa y papel	11
Figura 2: Tecnologías utilizadas en la cadena de producción de la pulpa y papel.....	12
Figura 3: Cadena de producción del papel a partir de bagazo de la caña de azúcar.	14
Figura 4. Cadena de producción del papel a partir de insumo forestal.....	15
Figura 5. Distribución geográfica de las empresas del sector según rubro	18

Índice de tablas

Tabla 1: Capacidad instalada de la industria de celulosa y papel – año 2016. (En toneladas) ...	17
Tabla 2. Empresas del sector.....	19
Tabla 3. Relevamiento de empresas papeleras, principales resultados	21
Tabla 4. Consumos energéticos del sector, por empresa (año 2017).....	29
Tabla 5: Consumos específicos por etapa productiva y nivel de desarrollo tecnológico	32
Tabla 6. Potenciales ahorros por Benchmarking (%)	33
Tabla 7. Estructura de insumo-producto de la fabricación de pasta de madera, papel y cartón en Argentina. Año 2004. En porcentaje sobre el Valor Bruto de Producción a Precios Básico. .	34
Tabla 8. Impacto de la energía en los Costos de producción.....	35
Tabla 9. Propuesta de Medidas de Eficiencia del sector papelerero en México, y sus costos.....	36
Tabla 10. Medidas de eficiencia energética en sector del papel (UIA).....	37
Tabla 11. Medidas de eficiencia energética en sector papelerero (CAME)	37
Tabla 12. Barreras a la Eficiencia Energética (UIA)	39
Tabla 13. Barreras a la Eficiencia Energética (CAME).....	39



Presentación del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina

Este Diagnóstico¹ de la Industria del Papel se enmarca en un proyecto de Cooperación entre la Unión Europea y Argentina, “EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARGENTINA”, financiado por la Unión Europea.

El proyecto como tal tiene como OBJETIVO GENERAL, **contribuir a la estructuración de una economía nacional más eficiente en el uso de sus recursos energéticos disminuyendo la intensidad energética de los diferentes sectores de consumo**. Los OBJETIVOS PARTICULARES son:

- I. Contribuir al cumplimiento de los compromisos de reducción de gases de efecto invernadero asumidos en la Contribución Nacional de la República Argentina a través del Acuerdo de París de 2015.
- II. Desarrollar un Plan Nacional de Eficiencia Energética (PlanEEAr), junto con el marco regulatorio requerido para su implementación que se oriente, especialmente, a los sectores industria, transporte y residencial.
- III. Determinar estándares de eficiencia y etiquetados de performance energética, implementar sistemas de gestión de la energía en industrias, optimizar el consumo energético en el sector público, y participar en actividades internacionales relacionadas, beneficiándose de buenas prácticas y mejoras tecnológicas de eficiencia en el uso de la energía.

El proyecto está implementado por un consorcio liderado por *GFA Consulting Group* (Alemania) junto con *Fundación Bariloche* (Argentina), *Fundación CEDDET* (España) y *EQO-NIXUS* (España) bajo la coordinación de la Subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Secretaría de Energía de la Nación (SSERyEE), y de la Delegación de la Unión Europea (DUE) en Argentina.

El proyecto se encuentra estructurado en dos Componentes y ocho actividades que se mencionan a continuación y que interactúan entre sí y alimentan al desarrollo del plan nacional de eficiencia. Cada Actividad cuenta además con un conjunto de tareas.

COMPONENTE I: DESARROLLO DE UN MARCO PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Actividad I.1: Asistencia técnica para el desarrollo del Plan Nacional de Eficiencia Energética
- Actividad I.2: Balance Nacional de Energía Útil para los sectores: Residencial (Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares ENGHo-INDEC), **Industria (5000 establecimientos a encuestar, 7 muy grandes del sector celulosa y papel)** y Transporte (45000 encuestas en estaciones de servicio)
- Actividad I.3: Asistencia Técnica para reformas políticas
- Actividad I.4: Eventos anuales Argentina-Unión Europea para la Eficiencia Energética

COMPONENTE II: TECNOLOGÍAS Y KNOW-HOW PARA SECTORES CLAVE

- Actividad II.5: Diagnósticos en Eficiencia Energética para sectores clave de la industria en el marco de Redes de Aprendizaje
- Actividad II.6: Modelos de financiamiento para proyectos de Eficiencia Energética
- Actividad II.7: Soporte a planes municipales de Eficiencia Energética
 - Actividad II.7a: Certificación en edificios residenciales
 - Actividad II.7b: Auditorías en edificios públicos

¹ Este documento ha sido elaborado por un equipo de trabajo constituido por los siguientes profesionales: Autor Principal, Haroldo Montagú; Especialista Energético: Gustavo Nadal; Asistente: Hilda Dubrovsky



- Actividad II.7c: Eficiencia Energética en manejo de flotas
- Actividad II.8: Unión Europea – Argentina Matchmaking event

La elaboración de este diagnóstico se enmarca dentro de la Actividad I.1. en la que se desarrollará una propuesta de diseño de política energética. Ese diseño puede resumirse en torno a un conjunto de preguntas clave que guiarán el trabajo y que se resumen así:

- ✓ ¿de qué se parte?, es decir la situación actual del país o región;
- ✓ ¿a qué se aspira?, la situación deseada, visión u objetivo final que se pretende alcanzar; y
- ✓ ¿cómo actuar?, el conjunto de estrategias sectoriales (conformadas por diferentes acciones) que forman parte de la planificación de las políticas públicas.

Estas preguntas pueden ser complementadas por aquellas que guían a la selección de sectores o subsectores prioritarios en los cuales actuar (¿dónde?), la selección de las líneas estratégicas u acciones que pueden motivar el alcance de los objetivos (¿cómo?), la identificación de los motivos por los cuales estas acciones no se implementan por parte de los actores, es decir las barreras o problemas que se enfrentan (¿por qué?), la identificación de los instrumentos a utilizar (¿con qué?), qué acciones implementar (¿por medio de qué?), y de qué forma evaluar (¿cómo medir?).

El proceso de elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PlanEEAr) de la Actividad I.1, se inicia estudiando la situación de partida mediante la elaboración de un **diagnóstico de la situación actual** de 19 sectores de la economía², y del sector residencial nacional. Se propone dar una caracterización preliminar de la situación económica y energética, basada en información existente sobre trabajos desarrollados por la Secretaría de Gobierno de Energía y la opinión de actores clave, para ser utilizados en la elaboración de escenarios socioeconómicos y energéticos a fin de elaborar el PlanEEAr. Estos diagnósticos energéticos serán complementados, cuando sea posible, con la información del Balance Nacional de Energía Útil (BNEU) (Actividad I.2) y diagnósticos energéticos (Actividad II.5), en el marco de las redes de aprendizaje del sector industrial.

Es importante destacar que, si bien se ha definido un contenido de máxima de información a recopilar durante estos diagnósticos, el alcance de los mismos, depende de la información disponible y de la relevancia del sector en términos de consumo energético, emisiones o variables económicas. Así, no todos los diagnósticos sectoriales tienen el mismo grado de detalle, desarrollo o profundidad de diagnósticos.

Respecto de la metodología para la elaboración de diagnósticos, la misma se basa en dos etapas. En primer lugar, revisión de escritorio de información secundaria. En segundo lugar, en la realización de entrevistas con actores clave o informantes calificados, y de talleres de trabajo participativos.

Los diagnósticos permiten estimar un potencial de eficiencia energética, así como medidas de eficiencia a implementar para alcanzar estos potenciales.

² Esos 19 sectores son: Sector Primario, Minería, Producción de Petróleo y Gas, Sector Alimenticios, Textil, Sector Papelero, Madera y Carpintería, Sector Refinación petrolera y producción de combustible nuclear, Sector Químico y Petroquímico, Sectores metales y no metales, Sector metalmecánico, Sector Automotriz, Reciclado, Oferta de Electricidad, Gas Natural y Agua, Construcción, Comercio, Hoteles y restaurantes, Transporte, y Administración pública, enseñanza, social y salud.

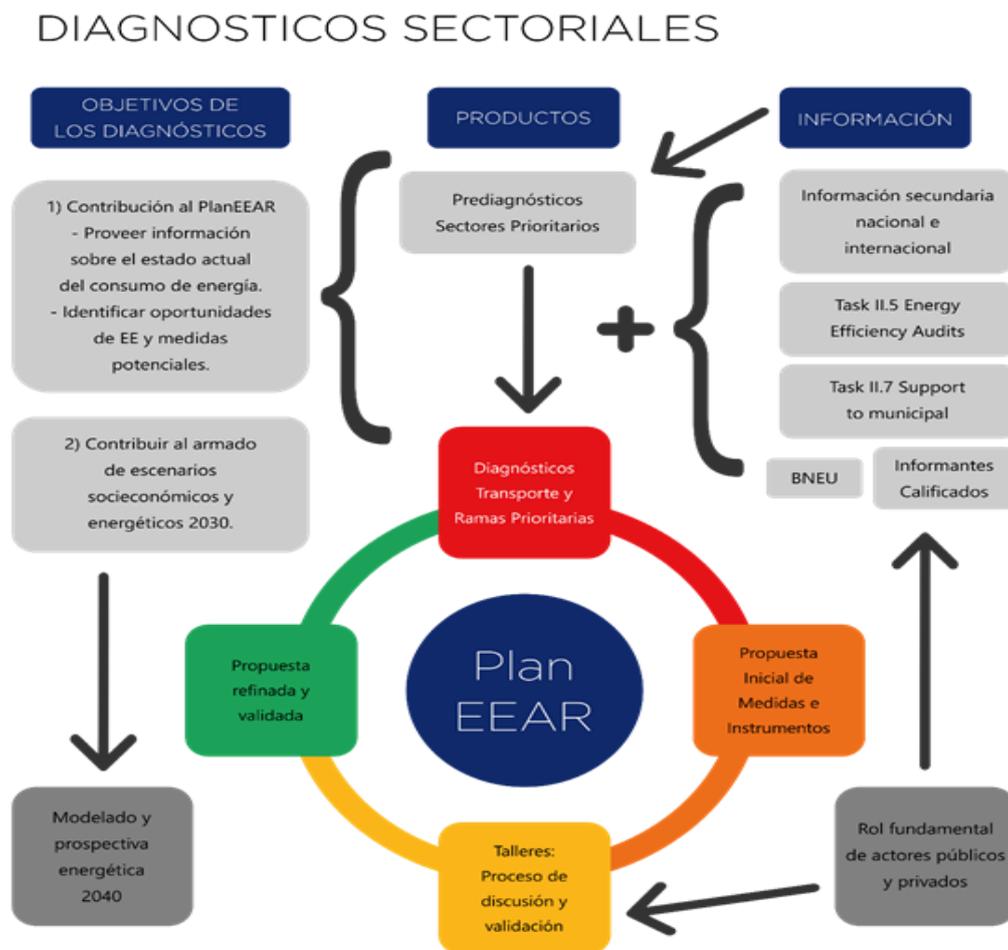


Luego, se realiza un análisis de barreras para la implementación de dichas medidas. Esta etapa de análisis de barreras en los sectores priorizados para ser incluidos en el PlanEEAR ha sido realizado en conjunto con los actores, y es una etapa de especial importancia ya que para que el Plan se encuentre bien diseñado los instrumentos seleccionados deberán ser los adecuados para remover las barreras identificadas. El Taller de discusión del mes de septiembre de 2019 en la UIA y en la CAME, en el que participaron las principales industrias del país y PYMES, han sido el cierre de esta etapa de diagnóstico, por ello ha sido de suma importancia la participación del representante de la AFCP y de empresas del sector.

Es espera que, en el avance del proceso participativo, se elaboren Escenarios Socioeconómicos y Energéticos (la situación deseada, visión u objetivo final que se pretende alcanzar) que serán modelados, con los que se simularán y cuantificarán los impactos de la implementación de las medidas de eficiencia finalmente adoptadas por los sectores en los procesos participativos del proyecto.

El esquema lógico adoptado en el que se insertan los diagnósticos es el que se representa en la figura siguiente.

Esquema lógico de trabajo, incluyendo diagnósticos/prediagnósticos



A continuación, se presenta el documento sectorial elaborado. El mismo ya contempla las sugerencias y observaciones recibidas del Ing. Ricardo Jurgensen, Gerente de la Cámara Argentina del Papel y Afines (CAPA) en oportunidad de la reunión realizada en esa Cámara el



día 06/06/2019, y de los principales referentes de la AFCP participantes de la reunión del 05/07/2019. También incluye las principales observaciones recibidas y conclusiones discutidas en los Talleres del 17 y 19 de septiembre en la UIA y CAME, respectivamente.



Introducción al Diagnóstico sector celulosa y papel

Se analiza de manera preliminar la situación económica, tecnológica, y energética de la industria del Papel (CIU 21: Papel) en Argentina. Este estudio se basa en diferentes fuentes de información³, se espera sea complementado con: entrevistas a los actores más relevantes del sector; los resultados de la encuesta industrial (BNEU); las redes de aprendizaje/auditorías; y los talleres discusión y validación.

Se presentan para el sector papelerero, las principales medidas de eficiencia energética posibles de aplicar, y las barreras y condiciones habilitantes para la formulación del Plan de Eficiencia Energética⁴.

Finalmente se presenta un listado de las empresas más grandes que serán encuestadas en el marco de la realización del Balance Nacional de Energía Útil.

Este documento, junto con otras actividades, contribuirá a la elaboración de Escenarios Socioeconómicos y Energéticos Sectoriales Tendenciales y de Eficiencia al 2040.

Rubro: CIU 21 Papel y pulpa (pasta celulósica)

Principales productos:

- Papeles gráficos (papel prensa para periódicos, papeles para la edición de libros, folios, sobres, carpetas, cuadernos)
- Papeles para envases y embalajes (para cajas de cartón ondulado, cajas de cartón estucado, bolsas, sacos)
- Papeles higiénicos y sanitarios (papel higiénico, toallitas, pañuelos, papel de cocina, servilletas)
- Papeles especiales (papeles de seguridad, papel filtro, papel decorativo, papel autoadhesivo, papel metalizado)

Empresas representativas del sector:

- PAPEL PRENSA
- PAPELERA DEL PLATA
- PAPELERA SAMSENG
- INTERPACK
- CELULOSA ARGENTINA
- ZUCAMOR
- SMURFIT KAPPA
- CELULOSA CAMPANA
- SMURFIT KAPPA
- ZUCAMOR
- PAPELERA DON TORCUATO
- RAINAP
- KIMBERLY CLARK ARGENTINA C

³ Fuentes de Información: MINCYT; Ministerio de Hacienda, Ministerio de Agroindustrias; Ministerio de Producción y Trabajo; INDEC; Empresas del subsector (Web Ledesma); Ex Ministerio de Economía y Finanzas Públicas; Ministerio de Producción y Trabajo; Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel (AFCP), Cámara Argentina del Papel y Afines (CAPA); CAMMESA; ENARGAS; DOE, Unión Europea; etc.

⁴ Se incluyen resultados preliminares de las discusiones llevadas a delante en los talleres de la UIA, de CAME y otros encuentros sectoriales, como las redes de aprendizaje.



- LEDESMA

Cámara sectorial

- Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel (AFCP)
- Cámara Argentina del Papel y Afines (CAPA)

1. La cadena productiva⁵

1.1. Eslabones de la cadena y principales productos

La industria papelera en la Argentina trabaja con dos tipos de insumos principales a la hora de obtener sus productos finales elaborados. En primer lugar, y en orden de importancia, la producción forestal para obtener pasta celulósica se ubica como el principal insumo. La mayoría de las empresas papeleras del país utilizan este insumo como materia prima proveniente de las zonas boscosas del país (ubicadas principalmente en la provincia de Misiones). En segundo lugar, el bagazo de la caña de azúcar también es usado para obtener la pulpa que luego será transformada en papel. La empresa Ledesma, en particular, es la principal compañía que se aprovisiona de este insumo proveniente de sus plantaciones de caña de azúcar en la provincia de Jujuy.

Una tercera opción reside en la utilización de papel reciclado como insumo que, como se verá más adelante, posee algunas ventajas respecto al uso de otros insumos.

Los distintos tipos de papel se pueden clasificar en culturales (diarios, impresión y escritura), industriales (para corrugar, kraft, cartulinas, impermeables, embalaje, etc.) y domésticos (papeles tissues, servilletas, toallas, higiénico, entre otros). Adicionalmente, existen otros tipos de papel como el celofán, fotográfico, entre otros.

De acuerdo a la web de la Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel (AFCP), existen cerca de un centenar de productos asociados a la cadena del papel.⁶

1.1.1. Papel proveniente de insumos forestales

Dentro de la cadena del sector, el insumo principal para obtener papel es la madera. De la transformación química de la madera triturable se obtiene pasta celulósica, que en una segunda transformación se convierte en papel. Alternativamente, el papel también puede producirse a partir de papel reciclado y otras fibras.

La Cámara Argentina del Papel y Afines (CAPA) describe el proceso de producción de papel de la siguiente manera: en primer lugar, el papel se fabrica con las fibras de celulosa que hay en la madera. Cuando esa fibra se utiliza por primera vez se llama “fibra virgen” y cuando a través del reciclaje es recuperada y se vuelve a utilizar como materia prima para fabricación de papel se la llama “fibra recuperada” o “fibra reciclada”. Pero en realidad se trata de la misma fibra en momentos diferentes de su ciclo de vida.

⁵ Por las características de este diagnóstico y con el fin de enfocar en los establecimientos del rubro papelería, se omite de este análisis la parte de la cadena de valor vinculada al desarrollo primario-forestal.

⁶ <http://wordpress.afcparg.org.ar/index.php/buscador-de-papeles/>. En la reunión de CAPA se indicó que la materia prima proviene de bosques implantados y no de bosques nativos y que existe una planificación entre el uso, y forestación de ese insumo.



Partiendo de la madera, primero se separan las fibras (unidas por una especie de pegamento denominado lignina) “moliendo” la madera o disolviendo el pegamento con calor y productos químicos.

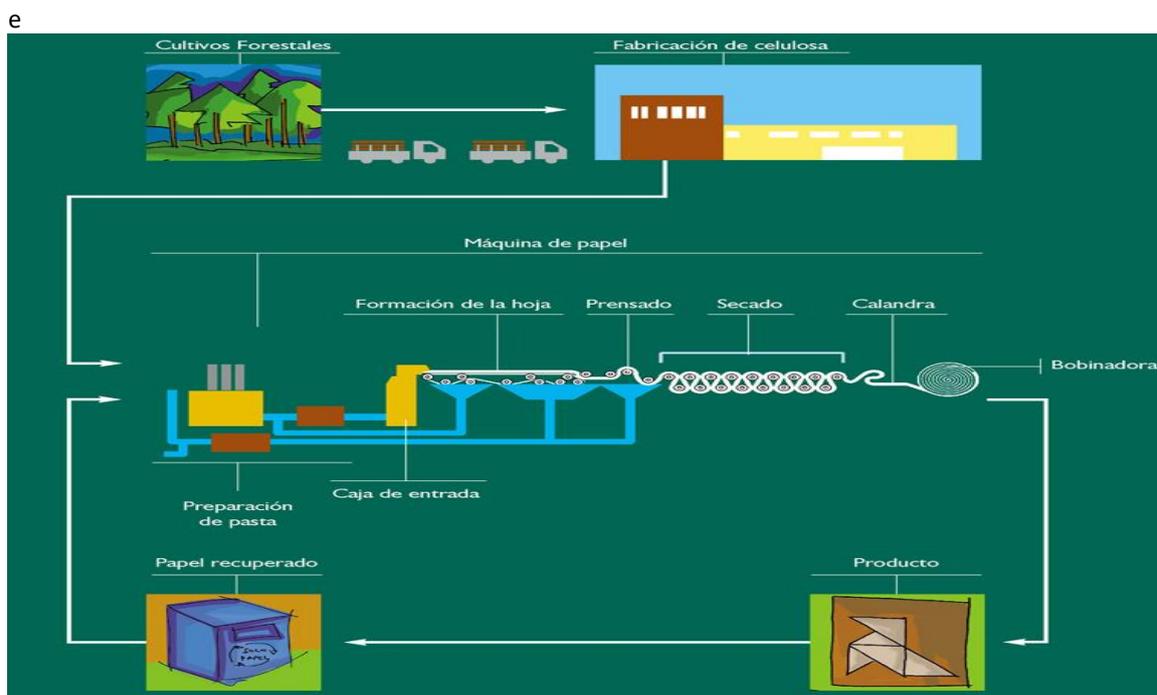
La materia prima principal son los rollos de madera de bosques cultivados, a los que se les aplica un proceso de secado y se les quita cáscara y corteza. Luego es picada en pequeñas partes o astillas por una máquina llamada chipadora (*chipper*, en inglés). Las astillas son sumergidas a alta temperatura (130 y 179 grados Celsius) en un licor compuesto de agua y otros productos químicos, sulfitos y soda cáustica para separar las fibras de la madera y obtener pasta de celulosa. Aquí también se obtienen lignina y hemicelulosa, sustancias que se reciclan y se aprovechan en otras partes del proceso.

La pasta de celulosa es depositada en otros tambores donde se agregan productos químicos para blanquearlas, tales como dióxido de cloro, oxígeno, peróxido, y soda cáustica. Esto permitirá tener un papel más blanco, según el tipo de producto que quiera el fabricante. Para fabricar el papel, las fibras de celulosa -vírgenes o recicladas- se mezclan con agua en un gran recipiente llamado *pulper*, y esa mezcla pasa a la máquina papelera. En la máquina, la mezcla de agua y fibras se coloca sobre una larga banda conducida por rodillos. A continuación, se va retirando el agua por varios procedimientos: gravedad, vacío, presión y secado. Finalmente se obtiene una enorme hoja de papel, que se enrolla para formar una bobina.

Una moderna línea de producción de papel puede llegar a medir 200 metros de largo y ocupar un espacio tan grande como dos campos de fútbol. Tiene más potencia que 500 coches juntos. Puede llegar a tener hasta 5.500 km de cables, 100 km de tuberías y cientos de válvulas. Es totalmente automática y se maneja con hasta 50 pantallas y teclados de ordenador. Cientos de sensores y escáneres de última generación se ocupan de los procesos de control.

El siguiente diagrama presentan las diferentes etapas del proceso productivo descriptas anteriormente.

Figura 1. Cadena de producción de la pulpa y papel

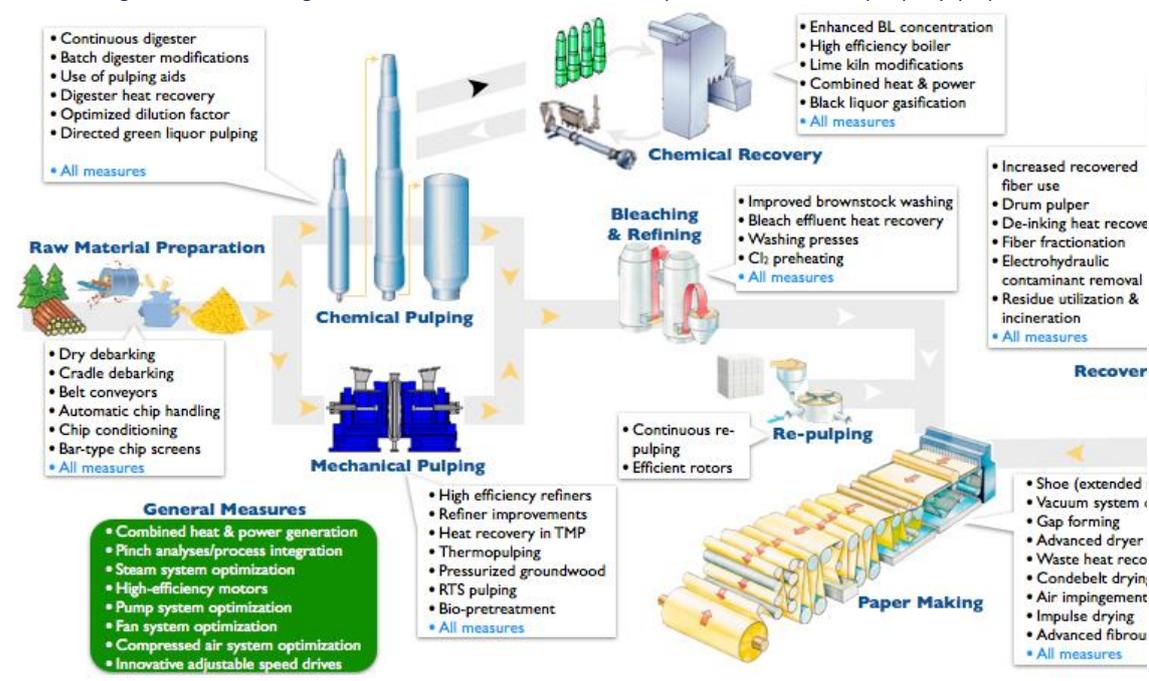


Fuente: Cámara Argentina del Papel y Afines.



Por su parte, el siguiente diagrama muestra las tecnologías utilizadas en cada paso del proceso.

Figura 2: Tecnologías utilizadas en la cadena de producción de la pulpa y papel



Fuente: <http://ietd.iipnetwork.org/content/pulp-and-paper#technology-resources>

1.1.2. Papel proveniente de bagazo de caña de azúcar

El bagazo es la materia que queda luego de que a la caña de azúcar se le extrae el jugo azucarado. Esos restos poseen una gran cantidad de fibras que pueden ser utilizadas para producir papel. Dos empresas en el país (Ledesma y Papel Tucumán) lo utilizan y producen, diariamente y todo el año, unas 300 o 400 toneladas de papel/día. La utilización de fibras de bagazo en Argentina es muy importante, ya que supone entre un 25 y 30 por ciento de la producción nacional de pulpa virgen para papel.⁷

En el caso de la empresa Ledesma, la fibra obtenida de la caña de azúcar se procesa en la planta ubicada en el complejo agroindustrial de Libertador General San Martín, provincia de Jujuy. Además, en Villa Mercedes, provincia de San Luis, la empresa cuenta con una planta destinada a la producción de cuadernos, repuestos escolares y papelería comercial, lo que añade otra etapa de valor a la producción de papel.

El proceso de fabricación de papel comienza con la plantación y la cosecha de la caña de azúcar. La tarea de plantar consiste en enterrar la caña semilla, es decir, un trozo de caña de unos 20 cm, taparla mecánicamente y darle un primer riego. Se planta en primavera o en verano y se cosecha aproximadamente un año después. La cosecha de la caña de azúcar o zafra se realiza entre mayo y noviembre de cada año, en tres turnos diarios de 8 horas y dura alrededor de 6 meses.

7

<https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/usan-la-ca%C3%B1a-de-az%C3%BAcar-para-mejorar-el-papel-reciclado#.XG7Izbh7mM8>



El corte de la caña y su separación de la hoja se realiza con máquinas cosechadoras, que recorren el cañaveral surco por surco acompañadas por carros volcadores, remolcados por tractores de doble tracción.

Tras la zafra, la caña cosechada es transportada hacia los trapiches. En los trapiches, se muele la caña para obtener, por una parte el jugo, que se destinará a la producción del azúcar, y por otra parte, el bagazo.

El ingenio Ledesma recibe 3,7 millones de toneladas de caña por año. Los tallos de caña contienen desde 65 a 75% de agua, desde 10 a 14% de fibra y desde 16 a 20% de azúcares.

El bagazo es procesado en la Planta de Desmedulado, donde se separa mecánicamente la fibra de la médula, que no es apta para fabricar papel. La fibra es apilada y sumergida en un “licor biológico” de bacterias naturales, lo que conserva en buen estado la celulosa, impidiendo la formación de hongos y bacterias y previniendo incendios y garantizando su inocuidad. Cuando llega el momento de su utilización, la fibra es reflatada y conducida, mediante canales de agua, a tanques digestores.

En los digestores, la fibra recibe una cocción en soda cáustica y vapor, así la fibra se convierte en pulpa y pasa a los filtros lavadores. En los filtros, se separa la pulpa de otros materiales residuales. La pulpa se depura de impurezas y avanza hacia el sector de blanqueo.

La pulpa es blanqueada químicamente y se obtiene la pulpa blanca, materia prima principal del papel, que se envía a la máquina de papel.

Para obtener papeles de colores se los colorea desde la masa. Se utilizan colores pasteles como el amarillo canario, verde, rosa y hueso. Cada mes hacen un color diferente porque tienen que limpiar todas las máquinas una vez que terminan y así evitar que otro color invada a la masa.

Mediante una malla plástica giratoria, se drena el líquido de la pulpa. Se produce una hoja de papel continua, que es prensada y secada al vapor. La hoja es pasada por un sistema de rodillos, para darle la lisura y el espesor deseados, y pasa por la bobinadora. La hoja continua de papel es enrollada en rollos de gran porte. Esos rollos son cortados en bobinas de diferentes anchos, y pasan al sector de conversión. La hoja continua de papel es enrollada en rollos de gran porte. Esos rollos son cortados en bobinas de diferentes anchos, y pasan al sector de conversión.

En este sector se convierte el papel en bobinas embaladas, resmas y formularios continuos. Parte de la producción de bobinas es enviada a la fábrica de cuadernos, en Villa Mercedes y a la fábrica de encapados en la ciudad de San Luis.

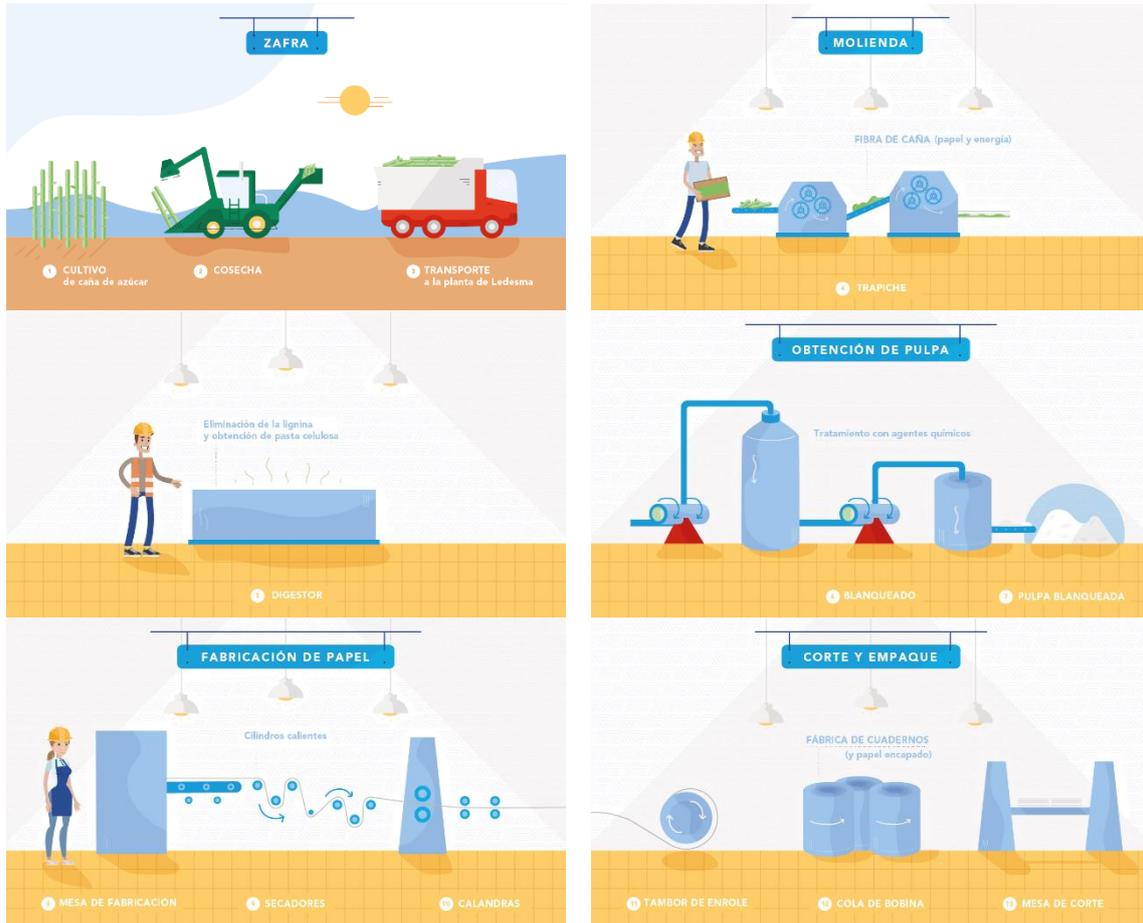
Con este proceso de fabricación Ledesma produce más de 120.000 toneladas por año de papel, de las cuales:

- 15.000 toneladas van a la fabricación de cuadernos
- 15.000 toneladas van a la planta de encapar en San Luis, donde se fabrica los papeles ilustración.
- 60.000 toneladas se utilizan para resmas.
- 15.000 toneladas para manuales.
- 10.000 para producción específica para clientes como por ejemplo sobres.



- Lo que resta se fabrican facturas, recibos.

Figura 3: Cadena de producción del papel a partir de bagazo de la caña de azúcar.

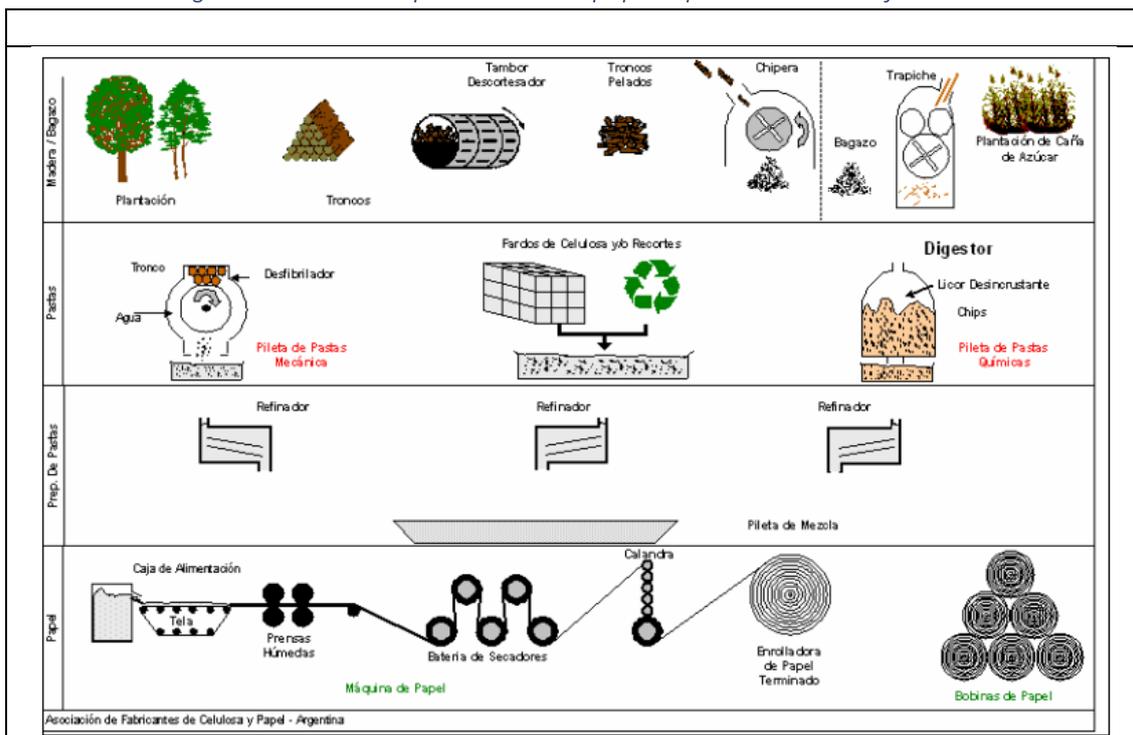


Fuente: extraído de <https://www.ledesma.com.ar/productos/papel>.

En definitiva, el proceso de obtención de papel ya sea por bagazo de la caña de azúcar o por madera triturada es similar. En ambos casos el insumo es procesado a fin de separa las fibras y formar la pasta o pulpa celulósica que dará lugar a la conformación del papel. El siguiente diagrama presenta el resumen de los procesos recién descriptos.



Figura 4. Cadena de producción del papel a partir de insumo forestal



Fuente: extraído de MINCYT 2013.

1.1.3. Papel reciclado

La tercera opción, además del uso de insumos forestales y de bagazo de caña de azúcar, es el reciclaje de papel ya utilizado. Existen dos categorías de papel que pueden utilizarse como materia prima para fabricar papel reciclado:

- 1) Los desechos pre-consumo: son trozos y recortes provenientes de la fabricación del papel, así como productos de papel que han sido rechazados, por ejemplo, por defectos de calidad y no podrán comercializarse.
- 2) Los desechos post-consumo: son productos de papel que ya han circulado por el mercado, han sido utilizados, y el consumidor descarta como basura, ej; revistas, material de oficina impreso o fotocopiado, etc.

Los desechos post-consumo son los más adecuados al verdadero concepto de reciclaje, dónde una de las premisas fundamentales es la reutilización de los recursos, para reducir tanto el impacto ambiental como el consumo de energía en la industria.

Casi cualquier tipo de papel se puede reciclar, aunque algunos resultan más difíciles de tratar que otros, por ej. los cubiertos con plástico o aluminio. Estos desechos no se reciclan por el elevado costo de los procesos involucrados.

El papel se recicla reduciéndolo nuevamente a pasta de papel y combinándolo con pasta de fibra virgen, según las características del producto final que desea obtenerse. Esto se debe a que el proceso de reciclaje provoca la ruptura de las fibras y en cada ciclo de reciclado, disminuye la calidad de la fibra obtenida y por ende la calidad del papel que se obtendrá de su uso como materia prima. Se calcula que la fibra soporta hasta cinco procesos de reciclado, por



lo cual siempre será necesario incorporar algo de fibra virgen en cada ciclo para obtener nuevos productos aptos para su uso como sustituto de papeles de fibra virgen.

La producción de papel de embalaje, por ejemplo, tiene un gran componente de reciclado que en algunos casos llega al 100%. Por esa razón, aparecen problemas al momento de la reutilización, ya que las fibras se degradan cada vez más debido a los sucesivos ciclos de secado y uso del papel. Se calcula que al reciclar industrialmente el papel se ahorra entre **un 40% y un 65% de la energía que se utilizaría en la producción de papel de fibra virgen.**

De acuerdo a CAPA, en Argentina aún no se encuentra desarrollada esta rama de la actividad industrial papelera. Existen algunas iniciativas aisladas, pero aún no se consiguen en el mercado local papeles con fibras recicladas de calidad.

Sin embargo, de acuerdo al portal *Reciclario*⁸, se produjo un crecimiento del consumo de material reciclado en la última década, llegando ya al **50 % sobre el material consumido**. El material reciclado es usado como materia prima especialmente en los papeles para embalaje, los que corresponden a cerca del 60% del papel total consumido.⁹ En Europa ese porcentaje asciende a más del 70%, proyectando un 74% para el año 2020.¹⁰

En la misma línea, el responsable del área de celulosa y papel del INTI afirma que **Argentina es uno de los países con más alto índice de uso de papel reciclado.**¹¹

1.2. Grado de concentración

Según la AFCP, actualmente, el país tiene aproximadamente 73 fábricas papeleras entre grandes, medianas y chicas. En un 61% de la producción de madera implantada se destina a Celulosa y Papel.

1.3. Zonas de desarrollo (producción), ubicación del consumo

La localización de las plantas productoras de papel no necesariamente se ubica en las zonas de donde proviene el insumo primario. La localización de las pasteras se define por la proximidad a los bosques y a las vías navegables para el transporte de celulosa hacia plantas de papel o su exportación.

Por ello muchas localizaciones se definieron a lo largo del corredor del Río Paraná. En la realidad la ubicación próxima a los ríos se explicó por el acceso al agua y el tratamiento de afluentes, ya que prácticamente el río no es usado como medio de transporte, es secundario como vía navegable.

La localización a lo largo del Río Paraná permite identificar polos productivos, como los conformados en Misiones y en el Delta. En Misiones las empresas Papel Misionero, Alto Paraná y Puerto Piray forman un primer polo. Papel Prensa productor de papel para diario a base principalmente de álamo y sauce, del Delta, es otro polo a identificar como el de Celulosa Argentina en Capitán Bermúdez.

⁸ <http://reciclario.com.ar/indice/papel/>

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=gFrE4xYU5w8>

¹⁰ <http://wordpress.afcparg.org.ar/index.php/europa-aspira-a-lograr-un-74-de-reciclaje-de-papel/>

¹¹ <https://frba.utn.edu.ar/argentina-uno-los-paises-mas-alto-indice-uso-papel-reciclado/>



La proximidad de plantaciones de álamo en Río Negro y de eucalipto en Santa Fe y Entre Ríos explican la radicación de las plantas de Productos de pulpa Moldeada y Celulosa Argentina en Santa Fe.

Las plantas de papel, en cambio, se ubican en proximidades de los centros urbanos de consumo como Buenos Aires o Córdoba, o en las zonas de promoción industrial (San Luis).

De acuerdo a la Encuesta a la industria forestal llevada a cabo por el ministerio de Agroindustria en 2016, la actividad papelera se concentraba principalmente en la provincia de Buenos Aires, lejos de las zonas extractivas. Santa Fe, Tucumán y Jujuy aparecen como provincias de relevancia.

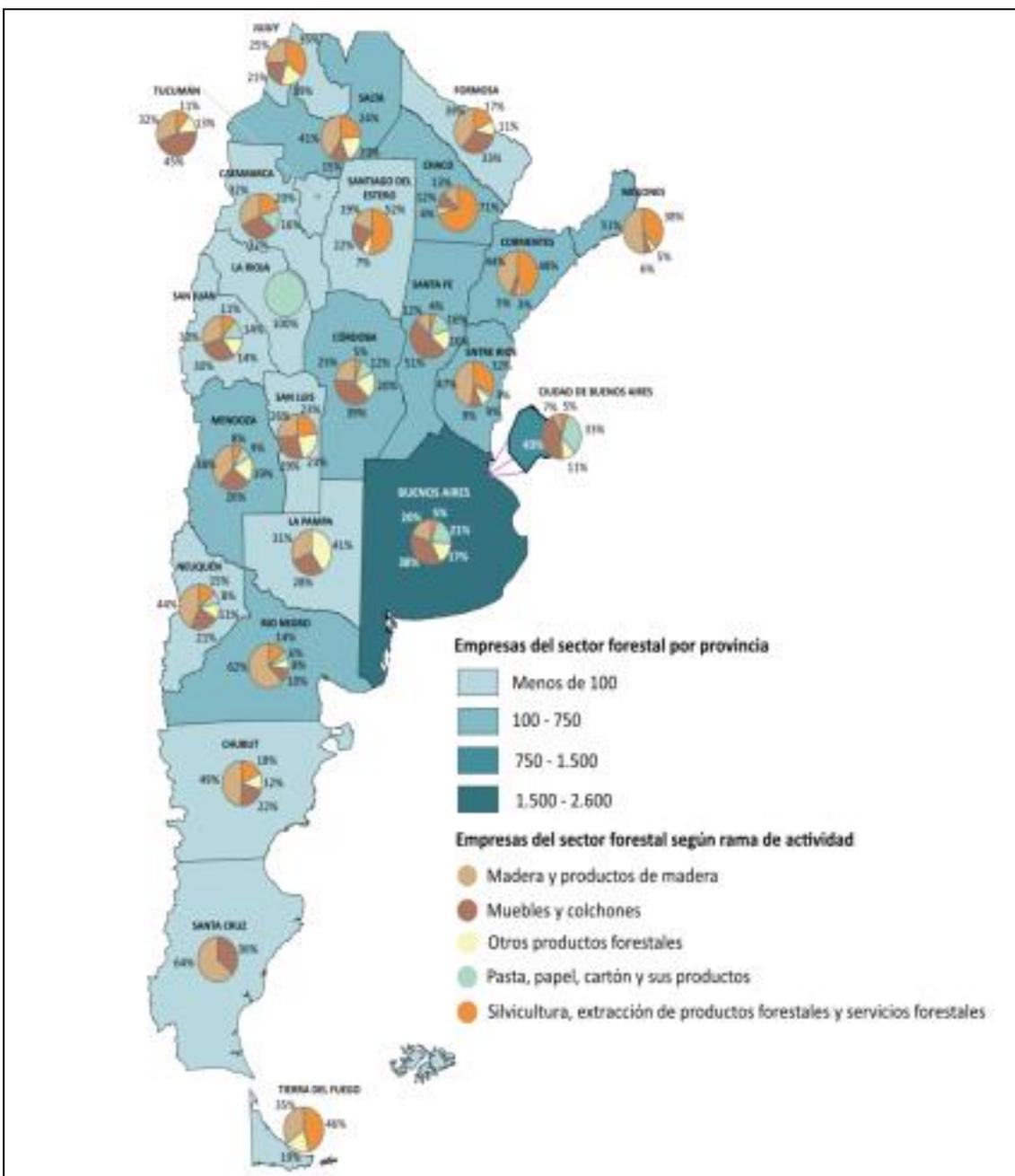
Tabla 1: Capacidad instalada de la industria de celulosa y papel – año 2016. (En toneladas)

Provincia	Capacidad instalada		Total	%
	Pasta	Papel		
Buenos Aires	140.000	567.197	707.197	30,9%
Córdoba		53.000	53.000	2,3%
Entre Ríos	1.600	23.163	24.763	1,1%
Jujuy	121.000	162.000	283.000	12,4%
Mendoza		40.000	40.000	1,7%
Misiones	449.500	96.000	545.500	23,8%
Neuquén		9.900	9.900	0,4%
Santa Fe	218.800	170.440	389.240	17,0%
Tucumán	72.600	165.000	237.600	10,4%
Total	1.003.500	1.286.700	2.290.200	100%
Fuente: extraído del Ministerio de Agroindustria, 2016				

Respecto a la distribución geográfica de las empresas papeleras, de acuerdo a los datos de registro relevados por el Ministerio de Trabajo para el año 2014, las provincias que presentan una mayor concentración son Buenos Aires (incluida CABA), Santa Fe y Córdoba.



Figura 5. Distribución geográfica de las empresas del sector según rubro



Fuente: Extraído de Ministerio de Hacienda, 2016 (en base a OEDE).



1.4. Principales empresas de la cadena según eslabón.

Tabla 2. Empresas del sector

Empresa	Provincia	Producción	Insumo primario	Producción anual (en miles TN)	Proceso	Producto
Papelera Tucumán	Tucumán	Celulosa/ Papel	Bagazo de caña de azúcar	176,8	Kraft / Hipoclorito	Editorial, corrugado, envases flexibles, tissue
Ledesma	Jujuy	Celulosa/ Papel	Bagazo de caña de azúcar	250	Kraft / Cloro	Bobinas y resmas grandes, resmas pequeñas para obra y papel continuo para impresoras
Papelera del NOA	Jujuy	Celulosa/ Papel	pino / reciclados	180	Kraft TCF	Papel para corrugar y embalar
Alto Paraná	Misiones	Celulosa	pino	900	Kraft / EFC	Impresión, tissue y fluff para productos absorbentes
Papel Misionero	Misiones	Celulosa / papel	pino	200,9	Kraft	Papel Kraft y bolseros
Celulosa Argentina	Santa Fe	Celulosa / papel	eucalipto	500	Kraft/ Cloro	Papel Kraft y para imprimir
Papel Prensa	Buenos Aires	Celulosa / papel	sauce/ álamo	600	Semiquímico/ TCF	Papel para diarios
				2451		

2. Evolución de la actividad y la balanza comercial de la cadena

2.1. Evolución del nivel de actividad

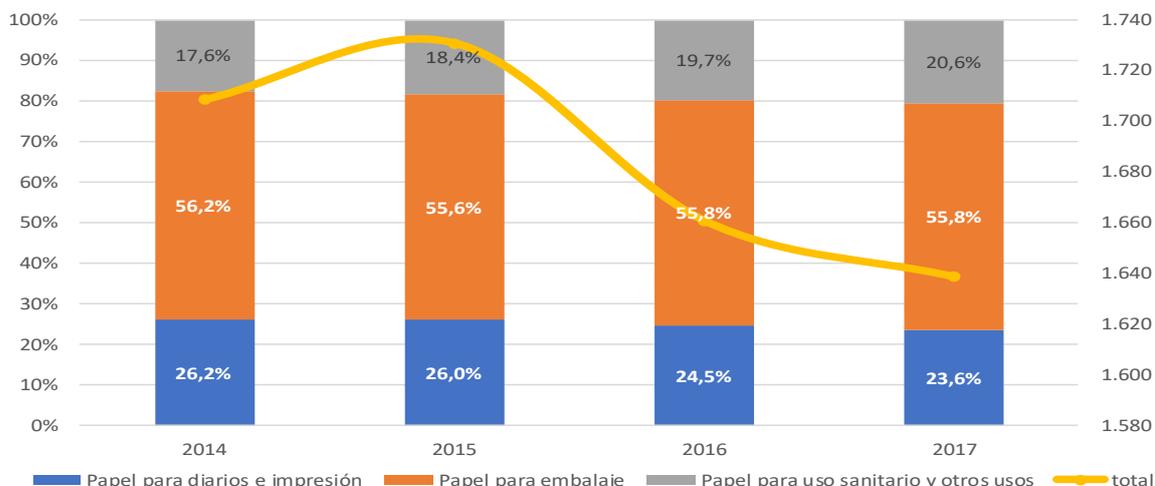
En base a datos del INDEC, el sector “Fabricación de papel y de productos de papel” representó hacia 2017 el 0,7% del PIB y el 3% de la industria manufacturera.

Hacia el año 2017 la **producción nacional de papel alcanzó los 1.640 millones de toneladas**. Este valor representa un mínimo de producción luego de registrar una caída tendencial por más de un lustro¹². La producción de papel se divide principalmente en Papel para diarios e impresión, Papel para embalaje y Papel para uso sanitario y otros usos. Excepto en este último rubro, la tendencia a la baja se verificó en todos los demás rubros. A pesar de este comportamiento, las proporciones de los diferentes tipos de papeles producidos se mantuvo relativamente constante. El papel para embalaje permanece como el tipo de papel más relevante, ponderando más de la mitad del total producido.

¹² En la reunión con CAPA, se indicó que hay cambios estructurales vinculados al abandono del papel como forma de comunicación. Los Diarios, guías telefónicas, cartillas médicas, resúmenes bancarios, tramites estatales, se están “despapelizando” y por eso hay una tendencia a la baja.



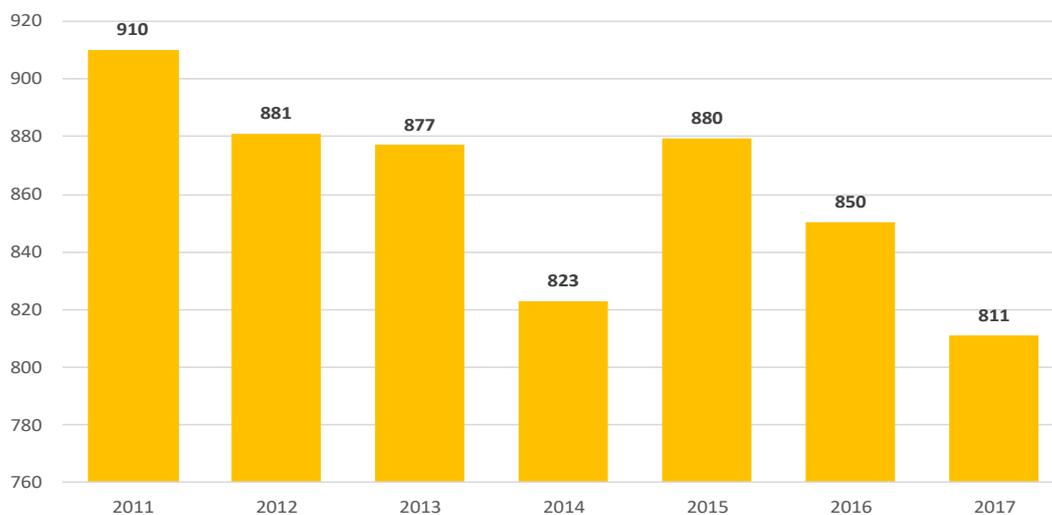
Gráfico 1. Producción de distintos tipos de papel. (En miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Producción y Empleo.

En lo que se refiere a pasta celulósica (principal insumo del papel), la producción ha experimentado una caída similar a la registrada por el papel. Mientras que en 2011 se habían registrado 910 miles de toneladas producidas, hacia 2017 la producción había descendido hasta los 811 miles de toneladas.

Gráfico 2. Producción pasta celulósica. (En miles de toneladas)

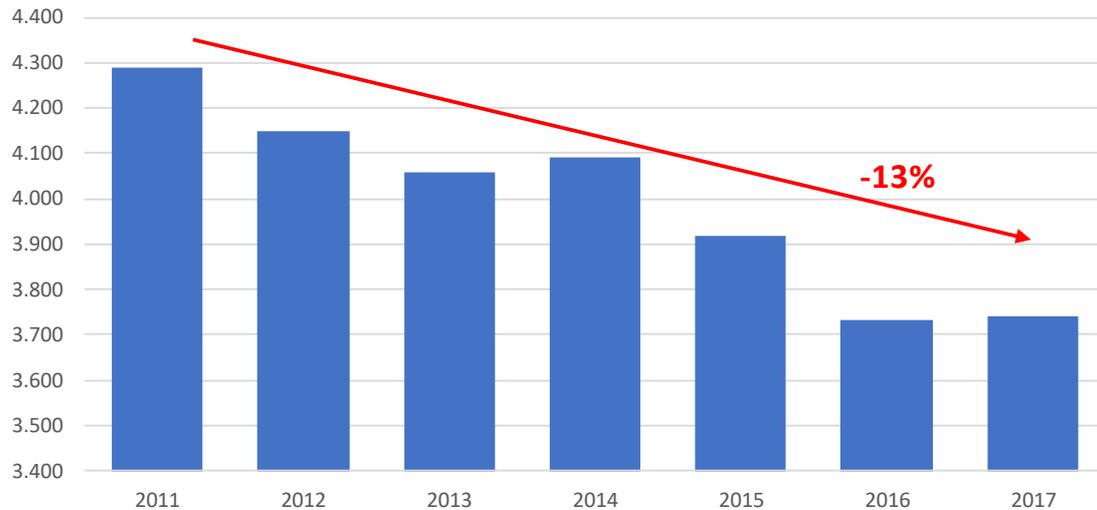


Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Producción y Empleo y AFCEP.

En conjunto, considerando el valor agregado del sector Fabricación de papel y de productos de papel medido por las cuentas nacionales, entre 2011 y 2017, la caída registrada es del 13%. En el mismo período, el valor agregado del total de la economía aumentó en un 2,2%.



Gráfico 3. Valor agregado del sector Fabricación de papel y de productos de papel. (En millones de pesos de 2004 (variación anual))



Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC.

El Ministerio de Agroindustria, como parte de los estudios de la cadena forestal, realiza un relevamiento de empresas fabricantes de papel del cual obtiene diferentes datos vinculados a su producción. Al comparar las encuestas para el año 2013 y 2016 se verifica una caída generalizada tanto en la producción como en la capacidad instalada para producir (sobre todo en pasta celulósica).

Tabla 3. Relevamiento de empresas papeleras, principales resultados

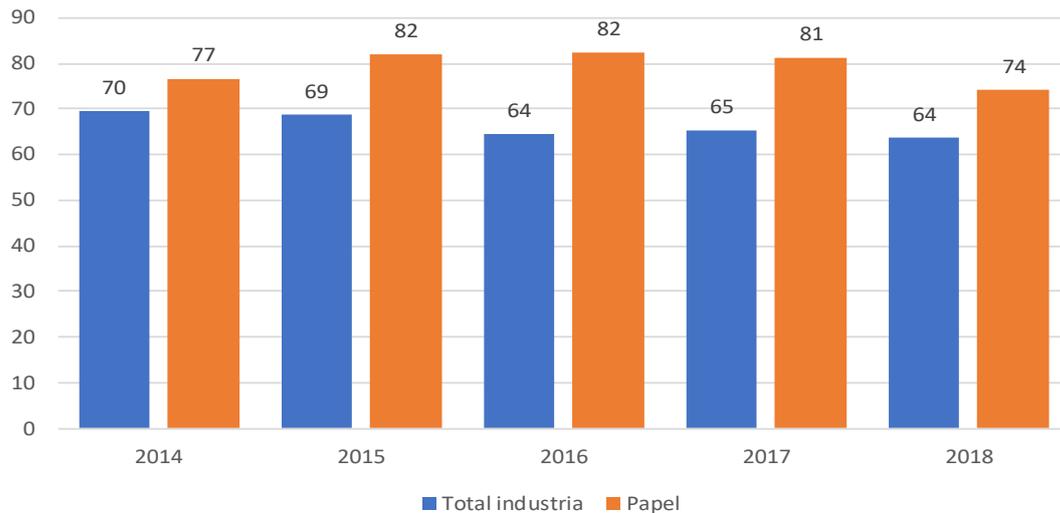
Año	Cantidad de empresas	Cobertura de la muestra	Personal ocupado	Capacidad instalada (ton/año)		Producción (ton/año)		% de la capacidad instalada	
				Pasta	Papel	Pasta	Papel	Pasta	Papel
2013	46	82,0%	-	1.042.900	1.276.557	881.569	1.214.046	84,5%	95,
2016	31	58,0%	8.538	1.003.500	1.286.700	815.341	1.066.664	81,2%	82,
Diferencia	-15	-24	-	-3,8%	0,8%	-7,5%	-12,1%	-3,3	-1,

Fuente: Elaboración propia en base a información del Ministerio de Agroindustria.

Además del relevamiento, el índice de utilización de la capacidad instalada (UCI) que releva el INDEC muestra una caída considerable hacia el año 2018. En dicho año, la utilización de la capacidad instalada para el sector productor de papel se ubicó en 74%, cuando un año atrás registraba un valor del 81%. Vale destacar que, a pesar de la caída, el sector presenta una UCI mayor a la del promedio de la industria.



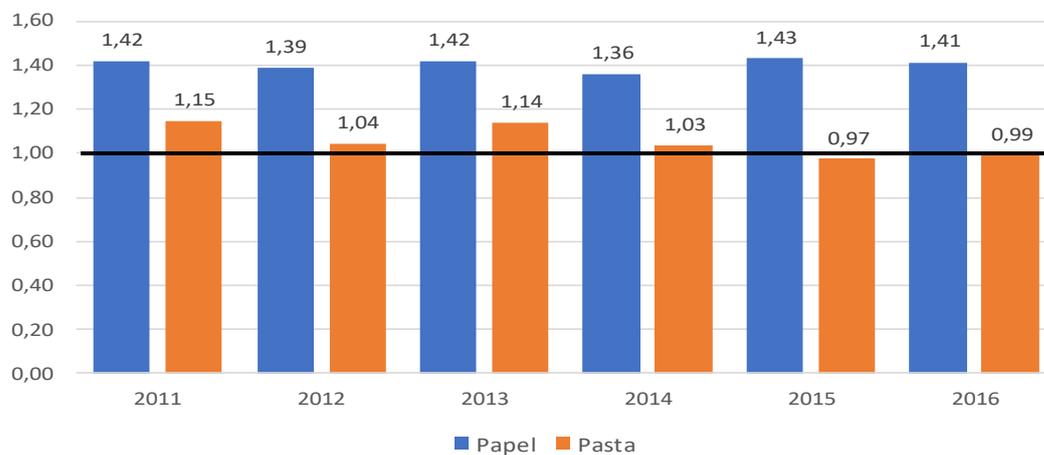
Gráfico 4. Utilización de la capacidad instalada. (En %)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INDEC.

Por último, el consumo nacional aparente (producción + importaciones – exportaciones) de productos del sector registra tanto para el segmento de pasta como de papeles, valores superiores a los de producción lo cual indica que parte del consumo es abastecido con importaciones. El siguiente gráfico refleja en qué cuantía dicho consumo es suplido con importaciones. **Se puede observar que el consumo de papel fue suplido con importaciones en una cuantía cercana al 40%.** Esta tendencia se registra desde 2011. Por el contrario, el consumo de productos de papel es abastecido mayormente con producción nacional, requiriendo menores cantidades importadas.¹³

Gráfico 5. Consumo nacional aparente/producción



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la AFCP.

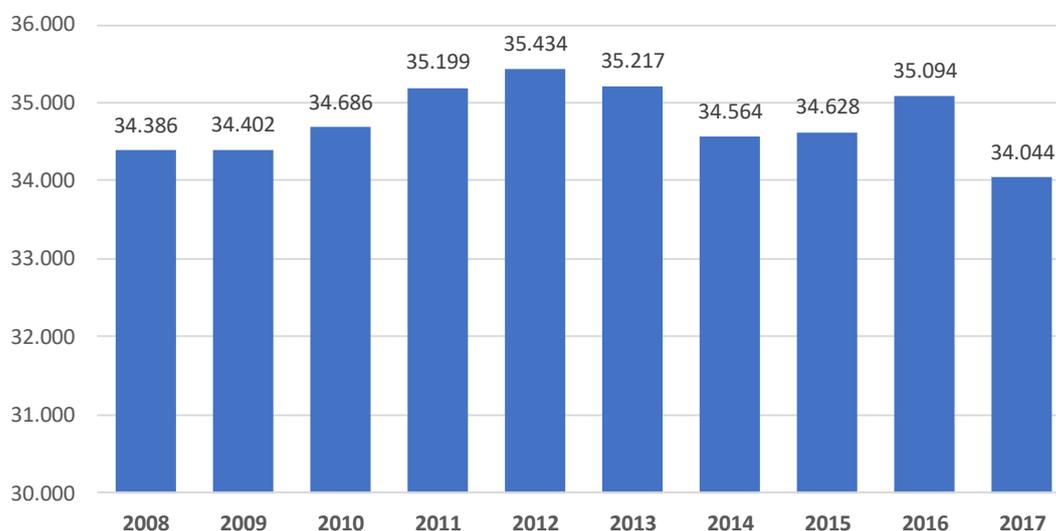
¹³ En la sección referida al comercio exterior se precisan más detalles.



2.2. Evolución del empleo por sector

El empleo en el sector¹⁴ ha permanecido prácticamente inalterado desde hace una década. La cantidad de puestos registrados se han mantenido en el orden de los 35.000 desde el año 2008¹⁵.

Gráfico 6. Puestos de trabajos registrados en el sector



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Observatorio del Empleo y la Dinámica empresarial – Ministerio de Trabajo.

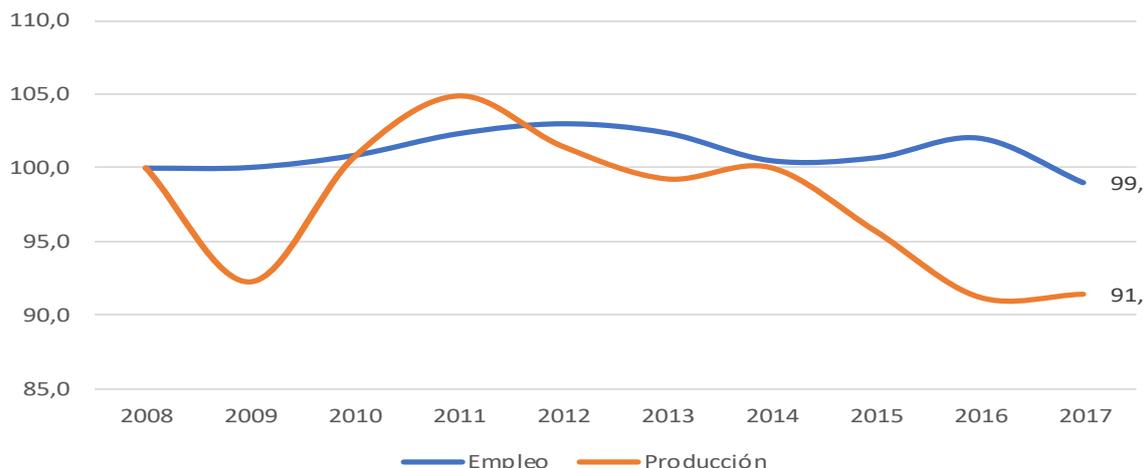
Este sostenimiento del empleo cobra especial relevancia dado que en el mismo período la producción disminuyó casi un 10% de acuerdo a lo que indica INDEC. En efecto, el siguiente gráfico presenta la evolución disímil del empleo y la producción en el sector lo cual podría señalarse como una caída en la producción aparente del trabajo. Dicho de otra manera, cada vez se necesitó de más empleo para producir la misma cantidad de producto.

¹⁴ Se consideran los sectores de Fabricación de pasta de madera, papel y cartón (CIU: 2101), Fabricación de papel y cartón ondulado y envases de papel y cartón (CIU: 2102) y Fabricación de artículos de papel y cartón (2109).

¹⁵ En la reunión con CAPA, respecto del empleo en el sector, se mencionó que las empresas de esa cámara evitan reducir su personal por el alto costo de reemplazo de empleados vinculado a la capacitación. Los datos confirman que en desde hace años el sector mantiene un nivel de empleos constantes, cuando en otras ramas manufactureras han estado cayendo.



Gráfico 7. Empleo y producción en el sector. (2008=100)

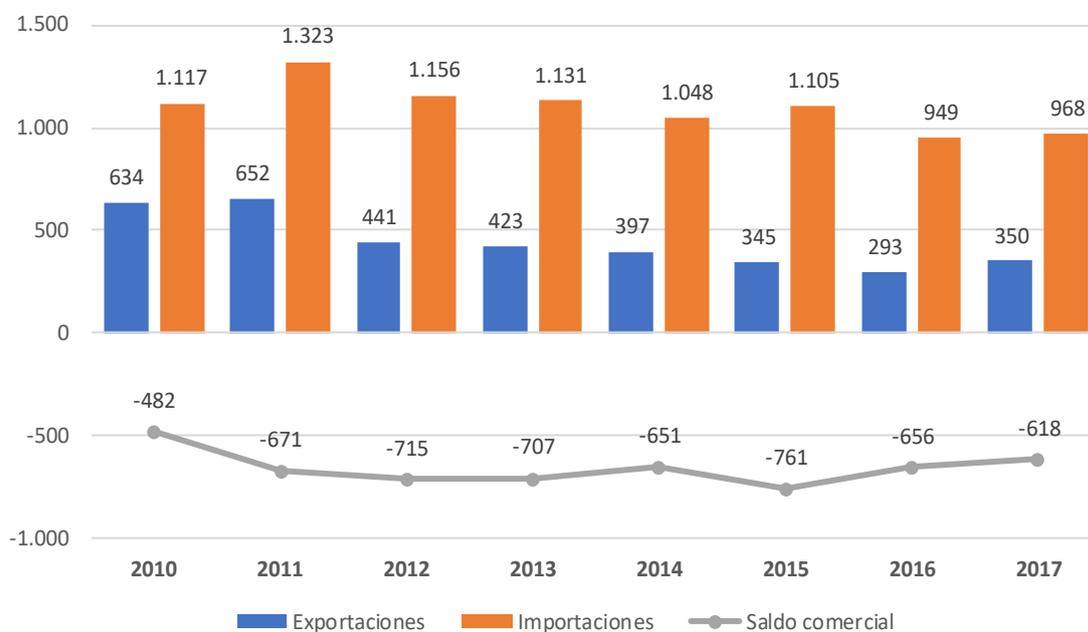


Fuente: Elaboración propia en base a datos del Observatorio del Empleo y la Dinámica empresarial – Ministerio de Trabajo e INDEC.

2.3. Evolución del comercio exterior de productos

Como se mencionó anteriormente, el sector papel presenta un saldo comercial negativo estructural, producto de un consumo que excede la producción nacional. Tanto en dólares como en cantidades, las exportaciones y las importaciones han registrado una tendencia a la baja en los últimos años, siendo la baja en la primera la más pronunciada.

Gráfico 8. Comercio exterior del sector papel. (En millones de dólares)

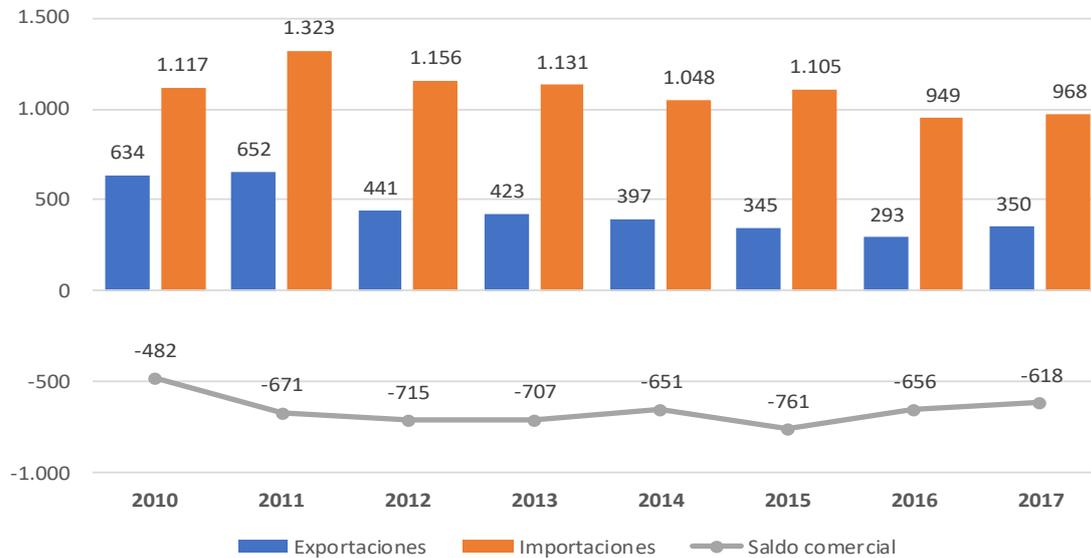


Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agroindustria.



Hacia 2017, el saldo comercial arrojó un déficit comercial cercano a los 600 millones de dólares, similar al registrado en años previos.¹⁶

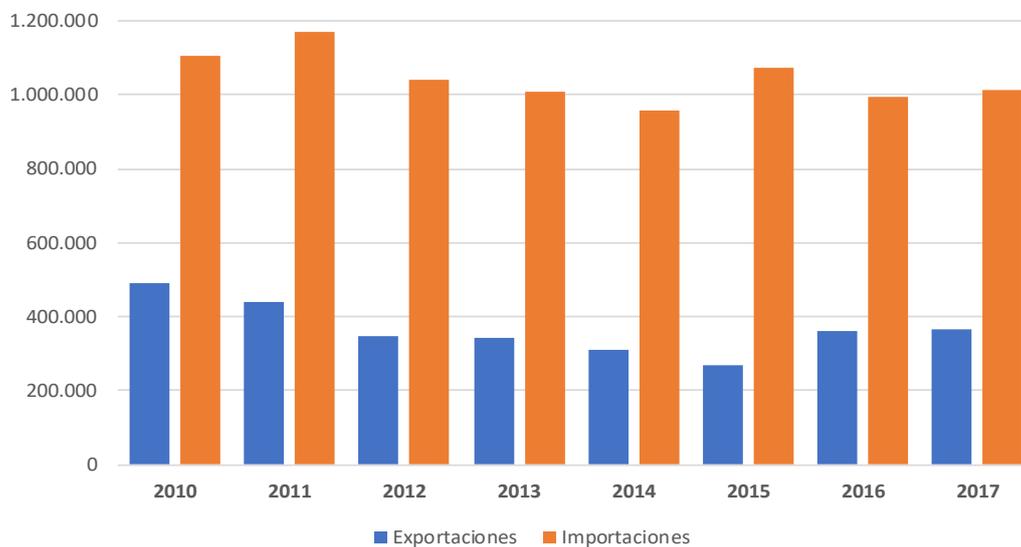
Gráfico 9. Comercio exterior del sector papel. (En millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agroindustria.

Al analizar las cantidades comerciadas, se percibe el peso de las importaciones, más allá del precio al que son comerciadas. Si bien no se tratan de los mismos productos, se destaca que como complejo, las cantidades importaciones más que duplican a las exportadas.

Gráfico 10. Comercio exterior del sector papel. (En toneladas)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agroindustria.

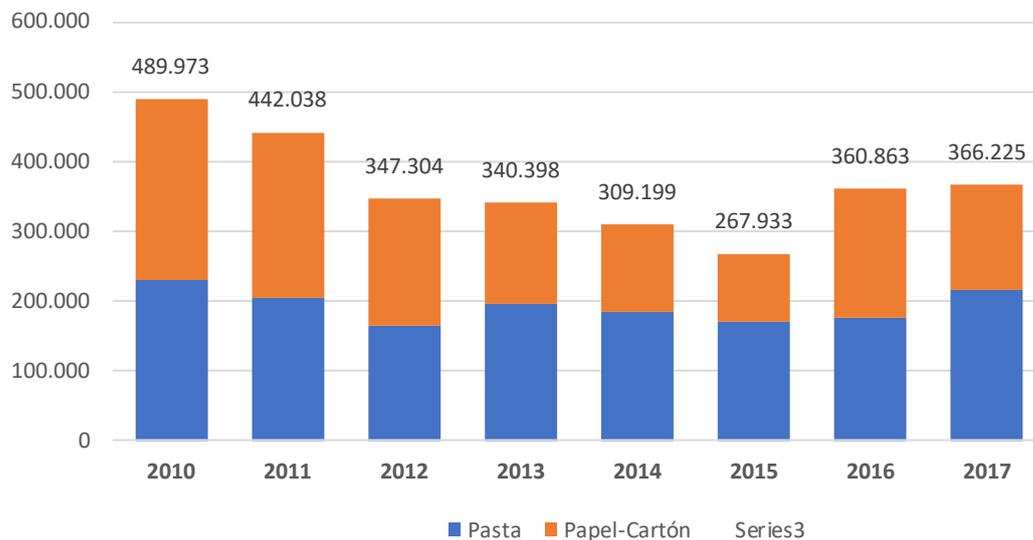
¹⁶ Respecto al comercio exterior del sector incluido en CAPA, se indicó que se importa porque la industria nacional no alcanza a abastecer a todo el mercado doméstico y que las importaciones ayudan a regular precio y calidades en el sector. En este sentido, se aclaró que las importaciones no atentan contra la industria nacional. Adicionalmente se indicó que para importar, se requiere una certificación del INTI o IRAM que debe hacerse en la fábrica de origen, dando a entender que tampoco es tan sencillo importar.



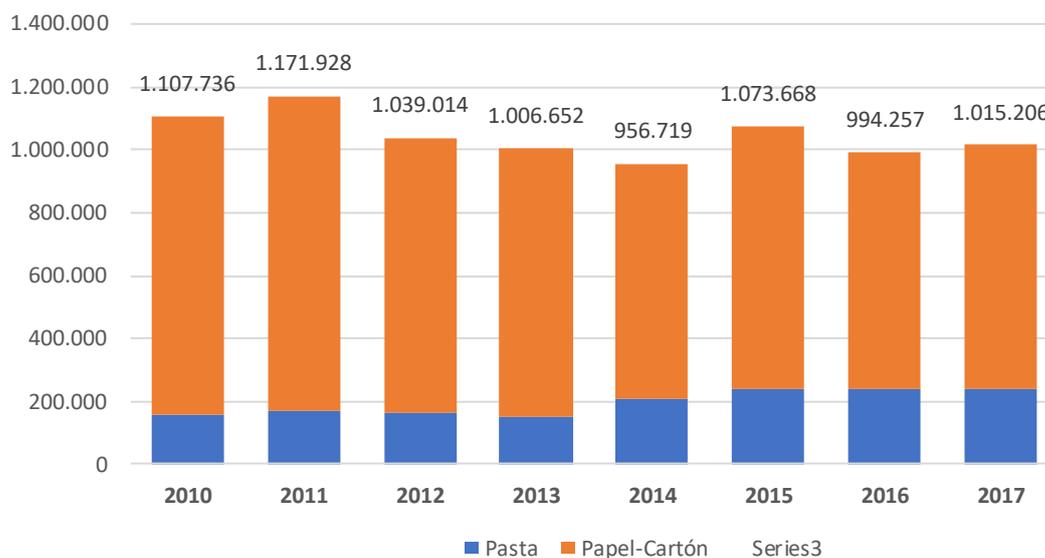
Mientras que las exportaciones guardan cierta proporción entre las cantidades exportadas de papel y de pasta celulósica, los productos de papel y cartón representan en promedio un 80% del total de las cantidades importadas.

Gráfico 11. Exportaciones e importaciones del complejo papel. (En cantidades)

a. Exportaciones



b. Importaciones



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Agroindustria.

3. Diagnóstico tecnológico energético

3.1. Cadena tecnológica

La madera es una suma de celulosa, hemicelulosa y lignina. La lignina es lo que mantiene unidas a las células de celulosa de la madera y la que le da el color marrón al papel obtenido únicamente por medios mecánicos.



La obtención de papel blanco implica un tratamiento químico que destruye a la lignina. El procedimiento de blanqueo del papel implica romper las moléculas orgánicas complejas (lignina).

Para ello es necesario emplear sustancias químicas oxidantes. Existen dos procesos tecnológicos modernos: ECF (libre de cloro elemental) y TCF (totalmente libre de cloro elemental). La diferencia radica en el agente oxidante utilizado. El primero utiliza dióxido de cloro y el segundo utiliza peróxido de hidrógeno y oxígeno.

ECF: Este proceso emplea dióxido de cloro y no cloro elemental. El dióxido de cloro produce sus efectos por un mecanismo de adición de dos átomos de oxígeno. En las plantas de ECF modernas los desechos sólidos se queman en las calderas, lo que permite conseguir energía, incluso en exceso que se puede vender, y recuperar gran parte de los productos químicos empleados en el proceso.

En el TCF se usa peróxido de hidrógeno como agente oxidante, que es mucho menos selectivo frente a la lignina que el dióxido de cloro. Esto hace que se obtenga por este proceso un papel de menor calidad. Este papel es el que es utilizado para hacer cartones y papel de embalaje.

A su vez, tiene entre sus desventajas producir celulosa de fibras más cortas, y por eso el papel TCF puede reciclarse menos veces que el papel producido por el método ECF.

Según el proceso utilizado para separar las fibras celulósicas de los demás componentes de la madera, la pulpa (woodpulp) se clasifica en:

- Mecánica: La separación ocurre debido a que la madera es molida, se obtiene celulosa mezclada con restos de lignina.
- Semi-química: Corresponde a una mezcla de los procesos mecánico y químico.
- Química: Comúnmente llamada celulosa. La separación de las fibras ocurre gracias al uso de químicos.
- Al sulfito: los químicos utilizados en la separación son sulfitos o bisulfitos.
- Proceso Kraft o al sulfato: se utiliza una mezcla de sulfuro de sodio e hidróxido de sodio para extraer la lignina de las fibras de la madera. Es el proceso más utilizado nivel mundial.

De acuerdo a la *Industrial Efficiency Technology Database*¹⁷, los procesos utilizados para producir pulpa y para secar papel son los principales consumidores de energía dentro de esta industria. Las principales instalaciones de producción son las fábricas de celulosa o las fábricas integradas de papel y celulosa. Los molinos integrados tienen mejor eficiencia energética.

La fabricación de pasta Kraft es el proceso de fabricación de pasta química más ampliamente utilizado. Produce fibras de alta calidad para gramajes de papel más altos. Sin embargo, requiere grandes cantidades de energía térmica y tiene un bajo rendimiento de fibra. Las fábricas Kraft pueden satisfacer la mayoría o la totalidad de sus necesidades energéticas a partir de subproductos (licor negro) e incluso pueden ser un exportador neto de energía. De manera similar, el pulpeado con sulfito, que se usa para papeles especiales, tiene un alto consumo de energía, pero puede autogenerar una gran parte de las necesidades energéticas de una fábrica a partir de subproductos

La fabricación mecánica de pasta produce fibras más débiles pero tiene un alto rendimiento, lo que le otorga una menor demanda de energía final específica. Las eficiencias más altas se

¹⁷ <http://ietd.iipnetwork.org/content/pulp-and-paper>



verifican mediante el uso de aplicaciones tales como la fabricación de pulpa termomecánica, donde el calor se recupera en diferentes grados. Sin embargo, como la electricidad es la principal energía utilizada, esta tecnología puede tener una alta demanda de energía primaria y generar mayor cantidad de emisiones de CO₂.

La producción de pulpa a partir de fibras recuperadas requiere sustancialmente menos energía en comparación con la pulpa virgen (los valores de consumo específico para la fibra recuperada son 0.7-3 GJ / t en comparación con alrededor de 14.3 GJ / t para la pulpa Kraft). Es una opción prometedora para reducir el consumo de energía y emisiones de CO₂, con estimaciones de reducción de consumo calculadas en un 35%. Sin embargo, la disponibilidad de papel recuperado a veces es limitada y resolver este problema requerirá cambios en otras partes del ciclo de vida de la producción de papel.

La cantidad de energía utilizada por las máquinas de papel generalmente depende de la calidad de la pulpa y del gramaje del papel, y puede mostrar grandes variaciones. Las fábricas integradas pueden lograr una mayor eficiencia energética al eliminar el secado intermedio de pulpa y el uso de mejores procesos.

3.2. Consumos energéticos, fuentes energéticas (datos CAMMESA, ENARGAS y otras fuentes)

En base a información de CAMMESA, ENARGAS y de las empresas, se ha elaborado la tabla siguiente, que presenta un detalle de los consumos estimados por empresa productora de Pulpa y Papel primario.



Tabla 4. Consumos energéticos del sector, por empresa (año 2017)

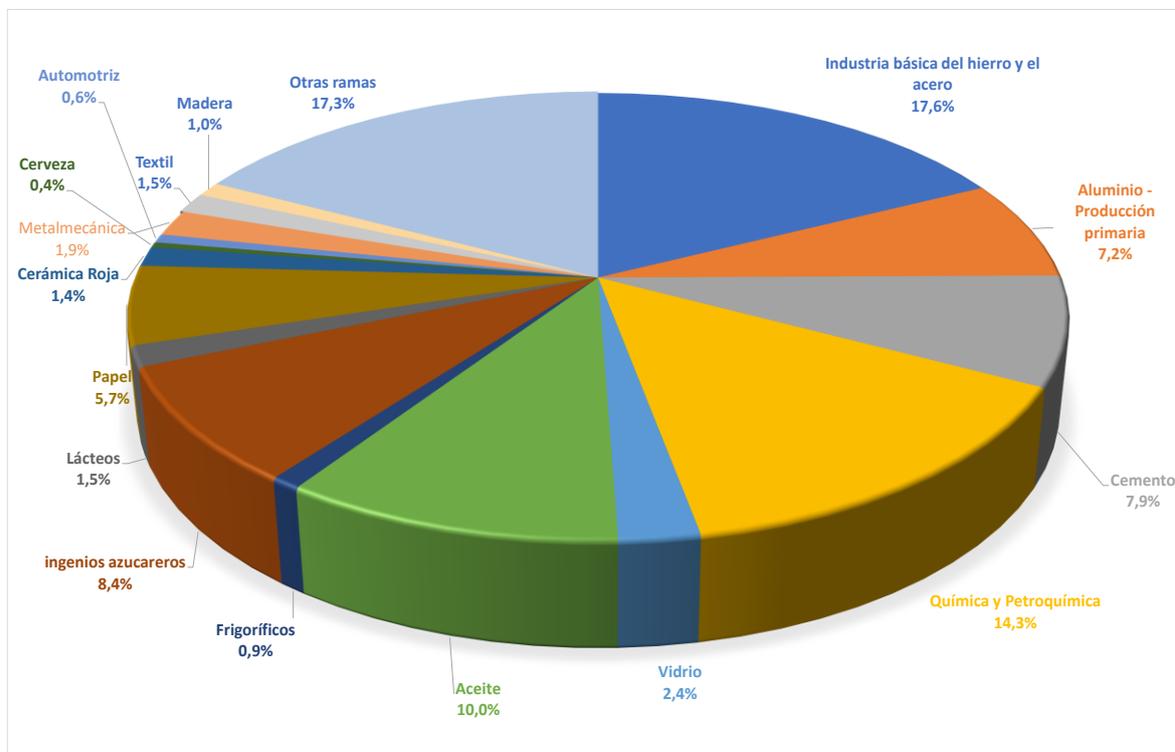
Empresa	Provincia	EE	GN	EE	GN	FO	Leña	Licor negro	Bagazo	Total	Intensidad (GJ/ton)
		MWh	miles m3 GN	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	
Papelería Tucumán	Tucumán	76.765	33698,45	276.355	1.170.253	68.983	298.594	845.536	957.500	3.617.221	20,5
			13840,8	-	480.652	-	-	-	-	480.652	
				-	-	-	-	-	-	-	-
Ledesma	Jujuy	202.602		729.369	-	78.390	339.311	960.837	1.088.068	3.195.975	15,9
				-	-	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-
Papelería del NOA	Jujuy	31.114	17985	112.009	624.569	56.441	244.304	691.802	-	1.729.125	12,0
				-	-	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-
Alto Paraná - Arauco	Misiones	69.952		251.827	-	282.204	1.221.521	3.459.012	-	5.214.563	7,2
				-	-	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-
Papel Misionero	Misiones	16.358		58.891	-	125.424	542.898	1.537.339	-	2.264.551	7,0
				-	-	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa Argentina	Santa Fe	36.961	59502,31	133.058	2.066.349	156.780	678.623	1.921.673	-	4.956.483	12,3
		26.982	14984,26	97.134	520.361	-	-	-	-	617.495	
				-	-	-	-	-	-	-	-
Papel Prensa	Buenos Aires	251.493	25201,29	905.374	875.170	188.136	814.347	2.306.008	-	5.089.036	10,6
			-	-	-	-	-	-	-	-	
			-	-	-	-	-	-	-	-	
La Papelería del Plata		136.044	22.098	489.760	767.415	-	-	-	-	1.257.175	
Papelería Samseng		52.589	11.443	189.320	397.388	-	-	-	-	586.708	
Total		900.860	198.754	3.243.097	6.902.157	956.359	4.139.597	11.722.207	2.045.568	29.008.985	11,8

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CAMMESA, ENARGAS y SEN.



Como resultado de esos análisis, se ha estimado que el sector de celulosa y papel consume 693,5 kTep, representan el 5,7 % del total consumido por toda la industria, según se observa en la figura siguiente).

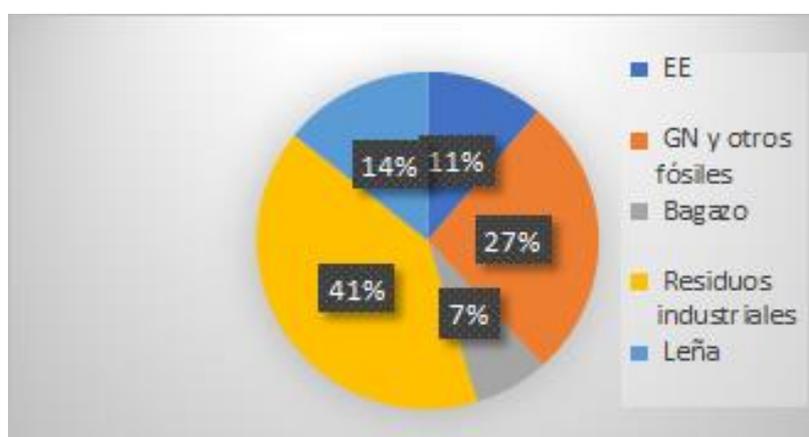
Gráfico 12. Estructura estimada del Consumo energético industrial



Fuente: Elaboración propia en base a los prediagnósticos realizados

El gráfico siguiente presenta la estructura de los consumos energéticos de electricidad y gas registrados en la base de datos de CAMESA, ENARGAS, y de otras fuentes adicionales estimadas, entre las que se destacan con un 41% los Residuos Industriales, y con el 27% el consumo de GN y otros hidrocarburos. **Es importante destacar que estos consumos se han estimado para las empresas que fundamentalmente Producen Pulpa y Papel Primario (ver Tabla 2).**

Gráfico 13. Estructura estimada del Consumo energético de la industria del Papel



Fuente: Elaboración propia.



3.3. Benchmarking

A fin de establecer una visión preliminar del estado de situación sectorial, a continuación se comparan los consumos energéticos por unidad de producto estimados a nivel nacional con Consumos a nivel internacional (Unión Europea y USA).

Nota metodológica para la estimación de ahorro energético por benchmarking:

Cálculo del consumo específico por planta/empresa/rama como el cociente del consumo neto de energía (1) y la producción (2) para un mismo año (en este estudio el año 2017). Estimación del nivel de benchmark adecuado con el cual se lleva adelante la comparación del consumo específico obtenido en (3). La comparación del indicador de consumo específico de determinada planta industrial, empresa o rama con un nivel de benchmark correspondiente a tecnologías actuales requiere considerar límites del sistema, procesos industriales, insumos y productos que sean efectivamente comparables (e.g. nivel de benchmark CT “Current Technology” del DoE). Usualmente, los niveles de benchmark vienen desagregados por subproceso, tipo de tecnología y producto de tal forma que sea posible reconstruir un indicador de consumo específico que sea comparable con el proceso nacional a nivel de una planta industrial o una empresa, o que al menos pueda representar el promedio de la situación de una determinada rama industrial. En el caso de niveles de benchmark que están asociados con cambios tecnológicos profundos, los procesos no necesariamente son equivalentes a los utilizados actualmente a nivel nacional, aunque debe haber coherencia en los productos y los límites del sistema a analizar.

Estimación del potencial de ahorro de una planta/empresa/rama. Ejemplo, con una actividad cuya producción física se expresa en toneladas:

$$\text{Potencial de ahorro (GJ/año)} = [\text{CE (GJ/ton)} - \text{CE}_{\text{bench}} (\text{GJ/ton})] \times \text{Producción (ton/año)},$$

Donde: CE es el consumo específico de la empresa en energía neta por unidad de producto (4), y CE_{bench} es el consumo específico del nivel de benchmark (5).

El potencial de ahorro puede ser expresado también como % del consumo neta de energía de cada rama, o como % del consumo del sector industrial en su conjunto.

Es importante considerar que una fábrica típica generalmente produce varios tipos de pulpa o papel, y utiliza varias especies de madera y diferentes mezclas de materia prima de fibra. Si bien se puede conocer el consumo de energía específico de diferentes tipos de productos, el consumo anual total generalmente fluctúa dependiendo de la estructura de producción. También hay diferencias en los tipos de producción y los subprocesos involucrados. No deben dejar de considerarse los diferentes aspectos de macroeconomía en la que se insertan los sectores analizados. En conjunto, estos factores hacen que la evaluación comparativa entre diferentes plantas/empresas sea un desafío.

En este caso se propone realizar evaluaciones comparativas para sectores que trabajan con ciertos tipos de pulpa y papel, y que utilizan el mismo tipo de producción e involucran subprocesos comparables. La tabla a continuación proporciona los valores de las mejores prácticas para los procesos de fabricación de pulpa y papel.

En el caso de Argentina, según se estimó en la Tabla anterior el consumo energético específico por tonelada de pulpa y papel asciende a 11,8 GJ/ton. En el caso del DOE, según se observa en el cuadro y gráfico siguientes, los consumos medios están por debajo de ese valor según el



nivel de desarrollo tecnológico. En el caso de la Unión Europea (ICF¹⁸), los valores medios de consumo según tecnología actual o moderna, rondan el valor nacional.

Tabla 5: Consumos específicos por etapa productiva y nivel de desarrollo tecnológico

Pulpa	GJ/Ton						Promedio Argentina
	CT	SOA	PM	Mediana ICF	Moderna ICF		
Química	11,1	8,7	6,1	0,0	0,0	0,0	
Mecánica	2,4	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	
Argentina Pulpa	11,1	8,7	6,1	13,0	7,8	0,0	
Argentina papel	7,0	4,8	2,3	14,1	6,7	0,0	
Argentina mix pulpa y papel	8,4	6,1	3,6	13,8	7,0	11,8	

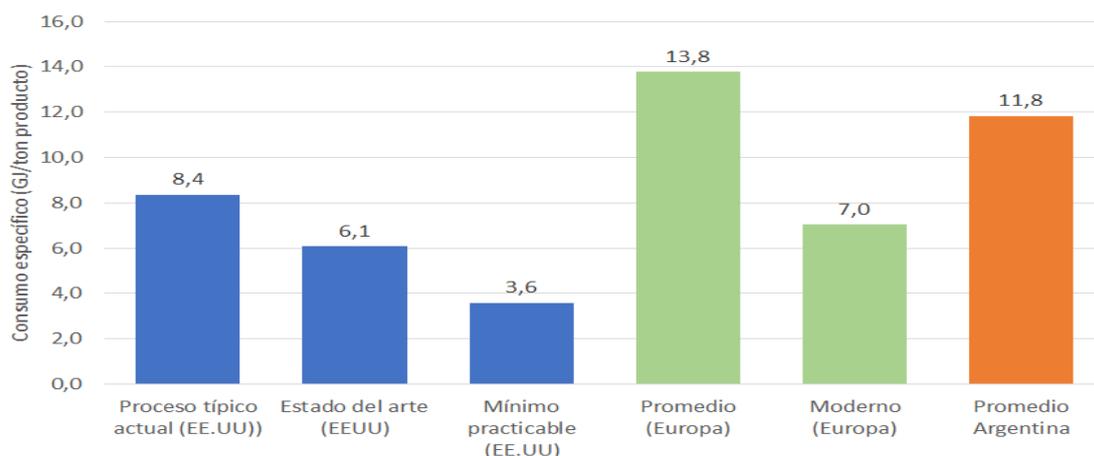
Referencias: DOE

CT: Proceso típico actual: es el consumo de energía en 2010

SOA: Estado del arte: es el consumo de energía que puede ser posible a través de la adopción de mejores tecnologías y prácticas existentes disponible en todo el mundo

PM: Mínimo practicable: es el consumo energético que puede ser posible si se despliegan tecnologías de I + D aplicadas, actualmente bajo desarrollo

Gráfico 14. Benchmarking de consumos específicos en la producción de Pulpa y Papel.



Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía del DOE y Unión Europea

Si se comparan los valores medios del país de consumo específico, respecto de los valores internacionales se pueden estimar potenciales ahorros totales. En el caso del papel se han estimado los ahorros tanto respecto del consumo total sectorial de 693 kTep en 2017, como respecto del consumo total industrial de 12.623,2 kTep al año 2017.

¹⁸ Fuente: ICF (2015) Study on energy efficiency and energy saving potential in industry and on possible policy mechanisms Contract no. ICF Consulting Ltd under contract to European Commission Directorate-General Energy. Ener/c3/2012-439/s12.666002, 1st. december 2015.



Tabla 6. Potenciales ahorros por Benchmarking (%)

Sector Estudiado	Consumo 2017 (ktep)	Potencial (% del consumo de la rama, Base Año 2017) Mínimo ahorro según visitas del KE4 (4% eléctrico, y 8% térmico)	Potencial (% del consumo Industria, Base Año 2017)
Papel	693,0	29.3% (CT) 48.7 % (SOA) 69.9% (PM) 40.6% (Moderna EU)	1.6% (CT) 2.7 % (SOA) 3.8% (PM) 2.2% (Moderna EU)

Aclaraciones

CT: Proceso típico actual: es el consumo de energía en 2010.

SOA: Estado del arte: es el consumo de energía que puede ser posible a través de la adopción de mejores tecnologías y prácticas existentes disponible en todo el mundo.

PM: Mínimo practicable: es el consumo energético que puede ser posible si se despliegan tecnologías de I + D aplicadas, actualmente bajo desarrollo.

Fuente: Elaboración Propia.

Los potenciales de ahorro son muy importantes. Qué factibilidad tienen estos potenciales de aproximarse a la realidad? Es incierta esa posibilidad, ya que los datos presentan elevada incertidumbre (factores como el nivel de utilización de la capacidad instalada o de utilización de fibras recicladas o procesos determinados y tipo de productos) pueden afectar significativamente los consumos específicos. Para realizar una comparación más adecuada es necesario contar con información detallada por planta del tipo de proceso utilizado, cantidad de productos e insumos energéticos para un año de referencia. Las estimaciones preliminares sitúan a la Argentina en niveles similares de consumo específico al de las tecnologías típicas actuales de la UE pero un 100% por encima del estado del arte.

Vale mencionarse, que como resultado de las redes de aprendizaje según el experto José Luis Larrégoa, se ha concluido que en cualquier empresa se puede obtener como Mínimo un ahorro del 12% del consumo energético sin inversiones relevantes (4% eléctrico, y 8% otros combustibles).

3.4. Costos energéticos

Si bien no se ha podido dar aún con una estimación de costos energéticos precisa y actualizada dentro de la industria papelera, una buena aproximación puede obtenerse a partir de los cuadros insumo-producto del sector.

De acuerdo a la actualización para el año 2004 de la matriz insumo-producto de 1997, los insumos energéticos representaban un porcentaje poco considerable dentro del total de insumos. En particular, si se compara el insumo energético con otros como el proveniente del sector forestal (la materia prima) o los químicos intervinientes en el proceso de obtención de la pasta celulósica, el mismo resulta bajo.



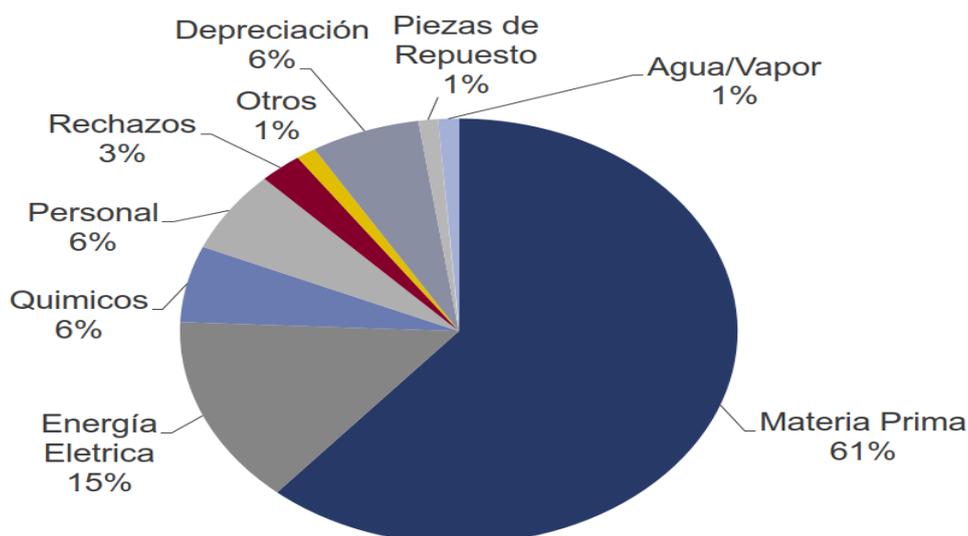
Tabla 7. Estructura de insumo-producto de la fabricación de pasta de madera, papel y cartón en Argentina. Año 2004. En porcentaje sobre el Valor Bruto de Producción a Precios Básico.

Forestal	21,1%
Plásticos, petroquímicos y químicos	8,5%
Logística de cargas y transporte de pasajeros	4,4%
Comercio minorista excepto reparaciones	2,6%
Industrias metálicas básicas	0,3%
Metalmecánica y maquinaria agrícola	1,1%
Hidrocarburos	1,5%
Automotriz	2,5%
Comercio mayorista	1,2%
Generación captación y distribución de energía eléctrica	1,5%
Algodón/textil	0,8%
Industrias culturales	0,2%
Resto	9,1%
Compras Intermedias Nacionales	54%
Importaciones CIF	4%
Valor Agregado Bruto a precios básicos	42%
Valor Bruto de Producción a precios básico	100%

Fuente: extraído del Informe sobre la Cadena Forestal. Ministerio de Hacienda (2016).

Sin embargo, de acuerdo a la presentación realizada por el Grupo Voith¹⁹ (empresa de origen alemán que se especializa en metalmecánica para la industria de celulosa y papel) en 2017, la energía eléctrica es un insumo fundamental en el proceso de obtención de papel. De acuerdo a sus cálculos, **la energía eléctrica alcanza al 15% de los costos de producción, representando el segundo costo más elevado, luego de la materia prima.**

Gráfico 15. Costos de Producción – Preparación Pasta. (En % del total)



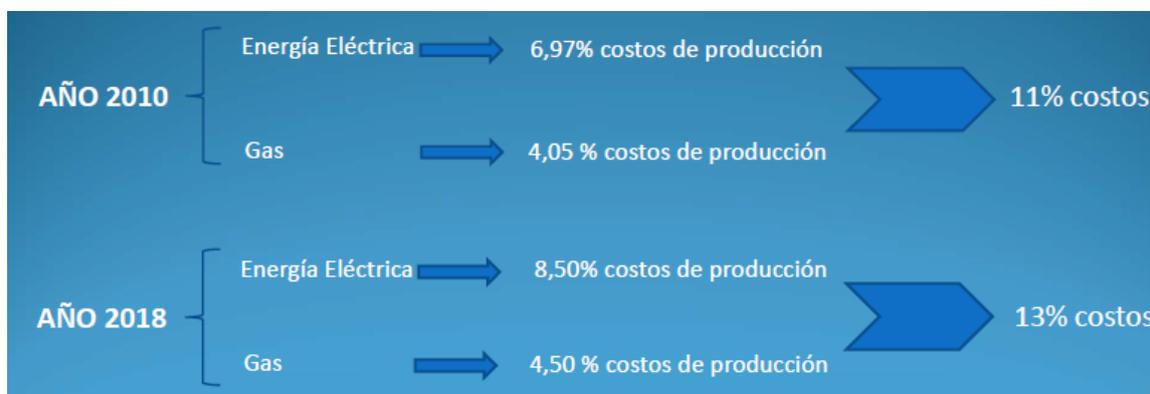
Fuente: Grupo Voith.

¹⁹ <http://www.afcparg.org.ar/JCP2017/pdfs/miercoles/sala1/5.VOITH-JCP2017.pdf>



Por su parte, según el Ing. Brehem, los costos de la energía en la producción papelera representan en el país el 13% del total de los costos.

Tabla 8. Impacto de la energía en los Costos de producción



Fuente: Ing. Brehm Sergio Daniel, Eficiencia Energética. Papelera Entre Ríos. Jornadas Celulósico-Papeleras 2019²⁰

3.5. Potenciales de medidas de eficiencia

Desde la visión adoptada en el Proyecto Eficiencia Energética en Argentina y para desarrollar el PlanEEAr, se considera que las medidas deben enmarcarse en una visión de gestión de la energía, que consiste en identificar e implementar acciones organizativas, técnicas y de comportamiento, con el objetivo de mejorar el desempeño energético (DE) de la empresa. Asumiendo que todas las acciones son económicamente viables, dependiendo de la racionalidad del decisor. Una identificación preliminar de posibles oportunidades de mejora del desempeño energético de una planta, indica los siguientes posibles tipos de medidas:

- ✓ **Categoría 1**, acciones de gestión (cambios en la forma de hacer las cosas, cambios culturales, automatización de procesos, ordenamiento horario, etc.), con baja o nula inversión.
- ✓ **Categoría 2**, inversiones intermedias, mantenimientos de fondo, reparaciones importantes y/o modificaciones en planta.
- ✓ **Categoría 3**, cambios tecnológicos en los procesos productivos. Este último tiene asociado inversiones importantes.

En base al prediagnóstico realizado de consumos energéticos sectoriales, a la información de las webs empresariales, a las entrevistas realizadas a expertos, y a la literatura internacional análisis realizado y a las fuentes consultadas, se presentan a continuación algunas posibles medidas de EE a discutir con los actores del sector:

- ✓ **Categoría 1, Acciones de gestión**, Establecimiento de sistemas de medición, control y regulación energética económicamente viables; automatización y control de vapor; procesos de limpieza optimizados.
- ✓ **Categoría 2, Inversiones intermedias**, Aumentar los procesos de mantenimiento edilicio y de equipos eléctricos y térmicos; Eficiencia en la producción y conducción de vapor; Incremento del uso de fibra secundaria; mejora del lay out productivo;

²⁰ En el caso de la CAPA, se indicó que los mayores costos provenían por el lado de los costos logísticos, y de transporte, seguros y en último lugar energía.



recuperación de calor de secado; Utilización de residuos del proceso para sustituir combustibles fósiles; Reducción de requerimientos de aire para combustión; Instalación de economizadores; Instalar Quemadores de alta eficiencia; Instalar Variadores de velocidad en motores eléctricos; corrección del factor de potencia; Sustitución por Iluminación LED: reemplazo de equipo de iluminación antiguos (a medida que se van quemando) por equipos de iluminación LED, Blanqueo de paredes en sector de producción y almacenamiento para mejorar la reflexión de la luz; Colocación de chapas plásticas translúcidas en galpones de depósitos para evitar la iluminación artificial; mayor utilización de reciclados.

- ✓ **Categoría 3, Cambios tecnológicos en los procesos productivos**, Extensión de prensado para secado (shoe press); Secado Condebelt; Implementar Cogeneración; y Aislación no convencional (recubrimiento cerámico que es costoso pero de fácil aplicación y mantenimiento); Reemplazo por Motores de alta eficiencia: colocación de motores eficientes a medida que se vayan dando de baja, aunque cuesta mucho conseguir en la Argentina motores de alta eficiencia de potencias elevadas.

A título de ejemplo en la tabla siguiente se presentan algunas medidas propuestas para el sector del papel mexicano, sus potenciales de ahorro y sus costos.

Tabla 9. Propuesta de Medidas de Eficiencia del sector papelero en México, y sus costos

MEDIDAS	Potencial de ahorro al 2030 (%) o GJ/Ton)	Costo de inversión estimado
1. Extensión de prensado para secado (Shoe press)	7.4% en vapor	38 USD/ton
2. Reducción de requerimientos de aire	3.5% (10% calor directo, 90% vapor)	9.5 USD/ton
3. Recuperación de calor de secado	2.3% (10% calor directo, 90% vapor)	17.6 USD/ton
4. Secado Condebelt	7.4% (vapor)	28.2 USD/ton
5. Eficiencia en motores	12.9% en Fza motriz	6.0 USD/ton
6. Automatización y control vapor	2.5% en vapor	0.4 USD/ton
7. Eficiencia en la producción y cond. del vapor	13.5% en vapor	3.2 USD/ton
Corrección factor de potencia	3% en fuerza motriz	
8. Cogeneración	Alcanzar 50-75% del consumo EE	1,400 USD/kW

Fuente: FUNDACION BARILOCHE, 2018. Asistencia técnica para el diseño de una hoja de ruta de eficiencia energética en la industria de México y desarrollo de los instrumentos para facilitar su adopción por la industria. GIZ, CONUE México

Como resultado de las discusiones llevadas adelante por los actores, representantes de empresas del sector en el taller de la UIA del 17/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de medidas de eficiencia energética, clasificadas según las tres categorías, antes, propuestas.

Como resultado de las discusiones llevadas adelante por los representantes de las empresas del sector siderúrgicas nacionales en el taller de la UIA del 17/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de medidas de eficiencia energética, clasificadas según las tres categorías, antes, propuestas.



Tabla 10. Medidas de eficiencia energética en sector del papel (UIA)

PAPEL	I	Control de trampas de vapor	No se ven en las industrias normalmente. Con poca inversión se logra gran ahorro	VAPOR
		Acciones en iluminación	Iluminación Led; mantenimiento de luminarias; blanqueo de paredes; instalación de sensores	ILUMINACIÓN
		Instalación de variadores de velocidad (VFD)	Variadores de frecuencia: molienda y bombeo	
		Acciones en aire comprimido	Reducción de las malas prácticas en su utilización.	FUERZA MOTRIZ FIJA
	II	Cogeneración	Se podría aprovechar mucho con solo subir la presión. Se necesita una legislación que avale más el tema. Hoy de por si las empresas si pueden cogenerar lo utilizan para consumo y autoabastecimiento.	
	III	Promover sistemas inteligentes: industria 4.0	Sistemas de medición "on line" que llegan a celulares. Esto, cuando se instala en los motores principales de la planta y están medidos constantemente, es mucho más dinero que KPG. Desarrollo de inteligencia artificial. Desarrollo en Argentina con el INTI	
Acciones en Motores: actualización / adquisición o recambio de motores de alta eficiencia		Comentario: Conviene por recambio. Pero es difícil por las tasas. Estos motores tienen 25% de ahorro	FUERZA MOTRIZ FIJA	

Como resultado de las discusiones llevadas adelante en la mesa por los representantes de las empresas gráficas (y textiles y maderero) pymes en el taller de la CAME del 19/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de medidas de eficiencia energética, clasificadas según las tres categorías, antes, propuestas.

Tabla 11. Medidas de eficiencia energética en sector papelerero (CAME)

SECTOR	CATEGORIA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN / COMENTARIOS
TEXTIL, GRAFICO, MADERA	I	Acciones de medición / información: Identificar etapas y procesos de consumo de energía	
	I	Acciones en iluminación: Aprovechamiento de luz natural	
	I	Acciones de concientización: Concientización sobre usos energéticos	
	I	Acciones de medición / información: Priorizar el consumo / producción en base al costo de energía horario.	
	I	Acciones de medición / información: Análisis del cuadro tarifario	
	I	Acciones de medición / información: Análisis de la maquinaria	Ver si ha estado bobinado o no y ver si requiere modificación.
	II	Instalación de corrector de factores de potencia	Aumenta la posibilidad de su variable del motor
	II	Acciones en iluminación: Utilización de sensores de presencia	En sectores que son poco frecuentados por el personal
	II	Acciones de medición / información: Incorporación de sistemas de medición, caudalímetros y capacitores	
	II / III	Reutilización de residuos	Hay que ver en qué parte deben entrar
	III	Diseño de nuevos proyectos con criterios de EE	Pensado principalmente para inversiones nuevas. Rediseño de líneas de producción
	III	Acciones de capacitación.	Capacitación y formación del personal.
III	Uso de energías renovables: Sistemas de calentamiento por termo-tanques solares		



3.6. Identificación preliminar de barreras a la eficiencia

¿Qué son y por qué es importante identificar las barreras?

A pesar de sus múltiples beneficios a micro y macro escala, la puesta en marcha de acciones de EE suele verse demorada a nivel mundial por diferentes motivos. Por estos motivos, se requiere de la implementación de acciones específicas de parte del Estado, y eso es precisamente lo que se realizará con el PlanEEAr. Una vez identificados, los problemas o barreras es el momento de diseñar los instrumentos a utilizar (directos o indirectos) para remover cada una de las barreras. El momento de identificación de barreras es clave en la elaboración del plan. Solo un diagnóstico que contenga una correcta identificación de las barreras a superar puede dar lugar a un conjunto de instrumentos adecuados.

¿Cómo identificamos barreras en el marco del PlanEEAr?

La metodología utilizada en el marco de este proyecto para la identificación de las barreras cuenta con dos fases, una de revisión de escritorio y otra de trabajo de campo participativo mediante encuestas semiestructuradas, entrevistas en profundidad y talleres participativos con grupos de trabajo (focus group).

A estos fines se han realizado una serie de entrevistas en profundidad con los principales actores identificados y se ha implementado una encuesta semiestructurada y direccionada a través de las principales cámaras de los sectores y de informantes clave²¹. Esto ha permitido avanzar en una primera identificación de las barreras a nivel sectorial (a un nivel simplificado aún), con el fin de trabajar sobre las mismas en los talleres.

Así mismo, una vez que las barreras han sido identificadas es fundamental poder identificar cuáles son las barreras claves y cuáles no. Este proceso se inició en el marco de los talleres de trabajo de 2019 y a futuro en el 2020.

¿Qué identificamos hasta el momento?

Se observa un impacto significativo de las condiciones de entorno en las cuales se desarrollan las acciones de EE. Por un lado, la importancia de las condiciones macroeconómicas generales, en particular el peso que tiene la devaluación del tipo de cambio. De acuerdo a las expresiones en las reuniones, mientras que muchos de los insumos son importados, por ende, a precio dólar, la financiación que consiguen de sus ventas es a plazo y en pesos lo cual hace que cualquier volatilidad cambiaria genere un descalce de moneda importante. Hay empresas que buscan mejores precios de insumos en el exterior y empresa en mejores condiciones que tienen más respaldo para soportar vender a plazo y absorber los costos de una devaluación

Respecto de las principales barreras identificadas en las encuestas realizadas *on line*, se observa que existe coincidencia en que la barrera económica (en particular relacionada con la rentabilidad de las medidas) y la barrera de financiamiento son las de mayor relevancia. Se listan a continuación las respuestas obtenidas en este sentido:

- ✓ Desconocimiento del peso del costo de la energía sobre el costo total de producción.
- ✓ Pocas opciones de mercado de tecnologías eficientes
- ✓ Elevado costo de tecnologías eficientes

²¹ <https://forms.gle/g6hq2oVW1c9uQvE9>



- ✓ Falta de líneas de crédito para la eficiencia energética o dificultad de acceso al financiamiento
- ✓ Elevado costo del financiamiento

Como resultado de las discusiones llevadas adelante por los representantes de los sectores paplero y químico en el taller de la UIA del 17/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de las barreras observadas a la implementación de medidas de eficiencia energética, clasificadas según 4 grupos temáticos, propuestos.

Tabla 12. Barreras a la Eficiencia Energética (UIA)

PULPA Y PAPEL /QUÍMICA	FINANCIAMIENTO	Altas tasas de interés	Eso hace que no se puedan implementar muchas opciones de EE
	ECONÓMICAS O DE MERCADO	Estas inversiones se realizan dentro de cada compañía solamente cuando es vista como un negocio que da dinero.	Es necesario que las medidas se vean como eficientes económicamente.
		Dificultad para conseguir equipos de tecnologías extranjeras	En algún período en particular no estaban los motores de alta eficiencia para potencias elevadas a nivel nacional, y la importación era un proceso complejo.
		Precios elevados de la tecnología	Por ejemplo, los motores de mayor eficiencia energética son los europeos, pero por los precios elevados no se puede acceder a los mismos y se terminan adquiriendo motores de EE media y no el de punta
	CULTURALES Y DE CONCIENTIZACIÓN	Estructura de organización. No se termina de convencer a la alta dirección	La barrera principal es que no se ve como relevante.
	INSTITUCIONALES Y REGULATORIAS	Falta de regulación para la cogeneración.	Aquí se menciona no solo la regulación para que se pueda cogenerar sino también la posibilidad de licitaciones.
Licitaciones adecuadas para		Hay industrias que consumen vapor pero podrían poner su excedente mediante generación en la red. Se necesita asegurar un despacho y un precio.	

Como resultado de las discusiones llevadas adelante en la mesa por los representantes de las empresas pymes de los sectores textil, gráfico y madera en el taller de la CAME del 19/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de las barreras a la eficiencia energética, clasificadas según las categorías, antes, propuestas.

Tabla 13. Barreras a la Eficiencia Energética (CAME)

SECTOR	CATEGORIA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN / COMENTARIOS
TEXTIL, GRAFICO, MADERA	I	<u>Acciones de medición / información:</u> Identificar etapas y procesos de consumo de energía	
	I	<u>Acciones en iluminación:</u> Aprovechamiento de luz natural	
	I	<u>Acciones de concientización:</u> Concientización sobre usos energéticos	
	I	<u>Acciones de medición / información:</u> Priorizar el consumo / producción en base al costo de energía horario.	
	I	<u>Acciones de medición / información:</u> Análisis del cuadro tarifario	
	I	<u>Acciones de medición / información:</u> Análisis de la maquinaria	Ver si ha estado bobinado o no y ver si requiere modificación.
	II	Instalación de corrector de factores de potencia	Aumenta la posibilidad de <u>su</u> variable del motor
	II	<u>Acciones en iluminación:</u> Utilización de sensores de presencia	En sectores que son poco frecuentados por el personal
	II	<u>Acciones de medición / información:</u> Incorporación de sistemas de medición, caudalímetros y capacitores	
	II / III	Reutilización de residuos	Hay que ver en qué parte deben entrar
	III	Diseño de nuevos proyectos con criterios de EE	Pensado principalmente para inversiones nuevas. Rediseño de líneas de producción
	III	<u>Acciones de capacitación.</u>	Capacitación y formación del personal.
	III	<u>Uso de energías renovables:</u> Sistemas de calentamiento por termo-tanques solares	



Anexo 1. Grandes empresas del sector a encuestar

Muestra	Empresa	Provincia
mg mg	Papelera Tucumán	Tucumán
mg	papelera del NOA	Jujuy
mg	Alto Paraná - Arauco	Misiones
?	Celulosa	Santa Fe
mg	Argentina	
mg	Papel Prensa	Buenos
		Aires
mg	La Papelera del Plata	Buenos
mg	Papelera Samseng	Aires

Mg: muy grande



**EFICIENCIA
ENERGÉTICA**
EN ARGENTINA

eficienciaenergetica.net.ar

info@eficienciaenergetica.net.ar

Proyecto financiado por
la Unión Europea

