



**EFICIENCIA
ENERGÉTICA**
EN ARGENTINA



Proyecto financiado
por la Unión Europea

PRINCIPALES RAMAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Aplicación de criterios para priorización en
el marco del PlanEEAr

ABRIL, 2020

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 pro 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

Los autores de este documento han sido: Hilda Dubrovsky, Marina Recalde, Daniel Bouille, Gustavo Nadal, Gonzalo Bravo y Aliosha Behnisch en el marco del Proyecto Eficiencia Energética en Argentina.

© Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2020.. Reservados todos los derechos. La Unión Europea cuenta con licencia en determinadas condiciones.

INDICE

| | |
|--|----|
| ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS | 3 |
| RESUMEN | 4 |
| SUMMARY | 6 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 8 |
| 2. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS | 10 |
| 2.1. Metodología para los diagnósticos | 10 |
| 2.2. Criterios para la selección de ramas prioritarias | 11 |
| 2.3. Metodología para la estimación de consumo energético | 12 |
| 2.4. Metodología para la estimación de Benchmarking en la industria manufacturera | 14 |
| 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRIORIZACIÓN | 16 |
| 3.1. Análisis por criterio | 16 |
| 4. RESULTADOS GENERALES | 29 |
| 5. COMENTARIOS FINALES | 37 |
| ANEXO | 39 |
| i. Acerca de la información disponible | 39 |
| ii. Con respecto a la estimación de los consumos de energía | 39 |
| iii. En cuanto al uso de concepto de Benchmark | 39 |
| REFERENCIAS | 41 |

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|----------|---|
| BEN | Balance Energético Nacional |
| BOF | Horno de oxígeno básico |
| BUR | Tercer Informe Bienal de Actualización |
| CE | Comisión Europea |
| CAMMESA | Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico |
| CNE | Censo Nacional Económico |
| CT | Proceso típico actual |
| CUIT | Clave Única de Identificación Tributaria |
| DOE | Department of Energy |
| EAF | Horno de Arco eléctrico |
| EE | Eficiencia Energética |
| ENARGAS | Ente Nacional Regulador del Gas |
| ENGHo | Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |
| INDEC | Instituto Nacional de Estadística y Censos |
| INVGEI | Nacional de Gases de Efecto Invernadero |
| IR | Inception Report |
| LEAP | Long-range Energy Alternatives Planning system |
| NDCs | Nationally Determined Contributions |
| OLADE | Organización Latinoamericana de Energía |
| RdA | Redes de Aprendizaje |
| PlanEEAr | Plan Nacional de Eficiencia Energética Argentina |
| PyMEs | Pequeñas y Medianas Empresas |
| PM | Mínimo practicable: es el consumo energético |
| SGAyDS | Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable |
| SE | Secretaría de Gobierno de Energía |
| SOA | Estado del arte |
| TEP | Toneladas Equivalentes de Petróleo |
| UE | Unión Europea |
| VAB | Valor Agregado Bruto |
| VBP | Valor Bruto de Producción |

RESUMEN

En mayo de 2018 en el marco de la Cooperación entre la Unión Europea (UE) y la Secretaría de Gobierno de la Energía de Argentina (SE) se inicia el proyecto, “Eficiencia Energética en Argentina”, financiado por el *Partnership Instrument* de 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.

Una de las actividades principales del proyecto de cooperación se basa en la elaboración de la propuesta del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PlanEEAr). La elaboración del PlanEEAr se basa en una metodología desarrollada en detalle en la “*Guía Metodológica para la Elaboración de un Plan Nacional de Eficiencia Energética en Argentina*”. Uno de los pasos fundamentales de la metodología se refiere a la selección de los sectores en los cuales concentrarse para la elaboración del plan.

En el caso particular del PlanEEAr, ya se han definido con anterioridad los sectores, siendo la industria uno de estos. Sin embargo, se requiere definir cuales ramas/productos¹ industriales son los de mayor relevancia, a los efectos de poner en marcha el plan. Para ello se ha avanzado en la realización de diagnósticos energéticos y económicos de un grupo de ramas/productos de la industria manufacturera definidos por la Secretaría de Energía como de importancia: **Hierro y Acero; Aluminio; Cemento; Petroquímica; Vidrio; Aceite; Frigoríficos; Ingenios; Lácteos; Papel; Cerámica Roja; Cerveza; Automotriz; Metalmecánicos; Textil; y Madera.**

Siguiendo la metodología propuesta es importante analizar cuáles de las ramas o productos cuentan con mayor interés para la aplicación de políticas de eficiencia. En este sentido, y sobre la base de los diagnósticos realizados, este documento presenta los criterios utilizados para la evaluación de las ramas, indicando en detalle la metodología utilizada para el cálculo de los mismos. Los criterios analizados son:

- ▶ Importancia/Prioridad
- ▶ Efecto energético
- ▶ Potencial de eficiencia energética
- ▶ Factibilidad de intervención
- ▶ Relevancia económica
- ▶ Costos Energéticos
- ▶ Factibilidad tecnológica
- ▶ Efecto ambiental

Es importante remarcar que la aplicación de los criterios ha enfrentado algunas limitaciones de información oficial desagregada, por lo cual se ha recurrido a distintas metodologías para estimación y cálculos.

Una vez analizados los criterios se ha realizado su análisis conjunto siguiendo dos alternativas metodológicas. Por un lado, mediante un análisis gráfico en el cual se representan algunos criterios cuantificados y normalizados, sin realizar ninguna ponderación de los mismos, es decir

¹ Nótese que se indica que se estudiarán ramas/productos, y es así debido a que en algunos casos se ha podido abordar una rama en su conjunto, y en otros debido a la falta de información sólo se han podido estimar consumos energéticos de los productos predominantes.

dando igual nivel de relevancia a todos ellos. Por otro lado, se seleccionaron de los antes listados, cuatro criterios de especial relevancia para el proyecto: Importancia / Prioridad; Potencial de Eficiencia Técnica; Costos Energéticos; Factibilidad Tecnológica; y se realizó un ordenamiento de las ramas/productos analizados.

Finalmente, es importante remarcar que siguiendo los dos enfoques presentados para la priorización de ramas y/o rubros industriales, **las ramas/productos que pueden ser considerados como prioritarios para el PlanEEAr serían los siguientes:**

1. **Hierro y Acero y Cemento;**
2. **Aluminio y Petroquímica;**
3. **Aceite y Papel.**

SUMMARY

In May 2018, within the framework of cooperation between the European Union (EU) and the Argentine Secretariat of the Government of Energy (SE), the project "Energy Efficiency in Argentina", financed by the European Union's Partnership Instrument, was launched. The project as such has the general objective of contributing to the structuring of a national economy that is more efficient in the use of its energy resources, reducing the energy intensity of the different consumption sectors.

One of the main activities of the cooperation project is based on the elaboration of the proposal of the National Energy Efficiency Plan (PlanEEAr). The preparation of PlanEEAr is based on a methodology developed in detail in the "Methodological Guide for the Preparation of a National Energy Efficiency Plan in Argentina". One of the fundamental steps in the methodology concerns the selection of sectors on which to focus for the preparation of the plan.

In the particular case of PlanEEAr, the sectors have already been defined, industry being one of them. However, it is still necessary to define which industrial branches/products are the most relevant, in order to implement the above-mentioned Plan. To this end, progress has been made in carrying out energy and economic diagnoses of a group of branches/products of the manufacturing industry defined by the Secretariat of Energy as being of importance. They are: Iron and Steel; Aluminum; Cement; Petrochemicals; Glass; Oil; Refrigeration; Sugar Mills; Dairy Products; Paper; Red Ceramics; Beer; Automotive; Metalworking; Textiles; and Wood. Therefore, in order to complete the PlanEEAr, it is important to analyze which of these branches or producers are most interested in applying efficiency policies.

In this respect, and on the basis of the diagnoses made, this document presents the criteria used to evaluate the branches, indicating in detail the methodology used to calculate them. The criteria analyzed are:

- ▶ Importance/Priority
- ▶ Energy Effect
- ▶ Energy efficiency potential
- ▶ Feasibility of intervention
- ▶ Economic Relevance
- ▶ Energy Costs
- ▶ Technological feasibility
- ▶ Environmental impacts

It is important to note that the application of the criteria has faced some limitations in terms of official disaggregated information, which is why different methodologies have been used for estimates and calculations.

Once the criteria have been analyzed, they have been analyzed together using two methodological alternatives. On the one hand, by means of a graphic analysis in which some quantified and standardized criteria are represented, without making any weighting of them, that is, giving equal level of relevance to all of them. On the other hand, four criteria of special relevance to the project were selected from those listed above: Importance / Priority; Technical

Efficiency Potential; Energy Costs; Technological Feasibility; and a ranking of the branches/products analyzed was carried out.

Finally, it is important to note that following the two approaches presented for the prioritization of branches and/or industrial items, **the branches/products that can be considered as priorities for PlanEEAr would be the following:**

1. **Iron and Steel and Cement**
2. **Aluminum and Petrochemical;**
3. **Oil and Paper.**

1. INTRODUCCIÓN

Este documento se enmarca en el proyecto de Cooperación entre la Unión Europea y Argentina, “EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARGENTINA”, financiado por el *Partnership Instrument de la Unión Europea*, y cuyo beneficiario final es la Secretaría de Energía (SE). 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. Recibir asistencia técnica de la UE para 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 desarrollo de la propuesta de PlanEEAr, en el marco del segundo objetivo particular, ha sido definida siguiendo una metodología basada principalmente en las guías para el diseño e implementación de políticas energéticas de CEPAL/OLADE/GTZ (2003) y OLADE (2017) y en las hojas de ruta de eficiencia energética de la Agencia Internacional de la Energía. Tal como se explica en la “*GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARGENTINA (PlanEEAr)*”², esta propuesta se constituye en un conjunto de pasos evidenciados en la *Figura 1*, en la cual el segundo paso se refiere a la selección de los sectores (y subsectores) en los cuales es conveniente actuar en primera instancia en la definición del plan. De los pasos definidos, este documento se concentra, especialmente, en la identificación de ramas/productos de la Industria Manufacturera nacional, su justificación y priorización, a los efectos de cumplir los objetivos del proyecto, es decir el segundo paso.

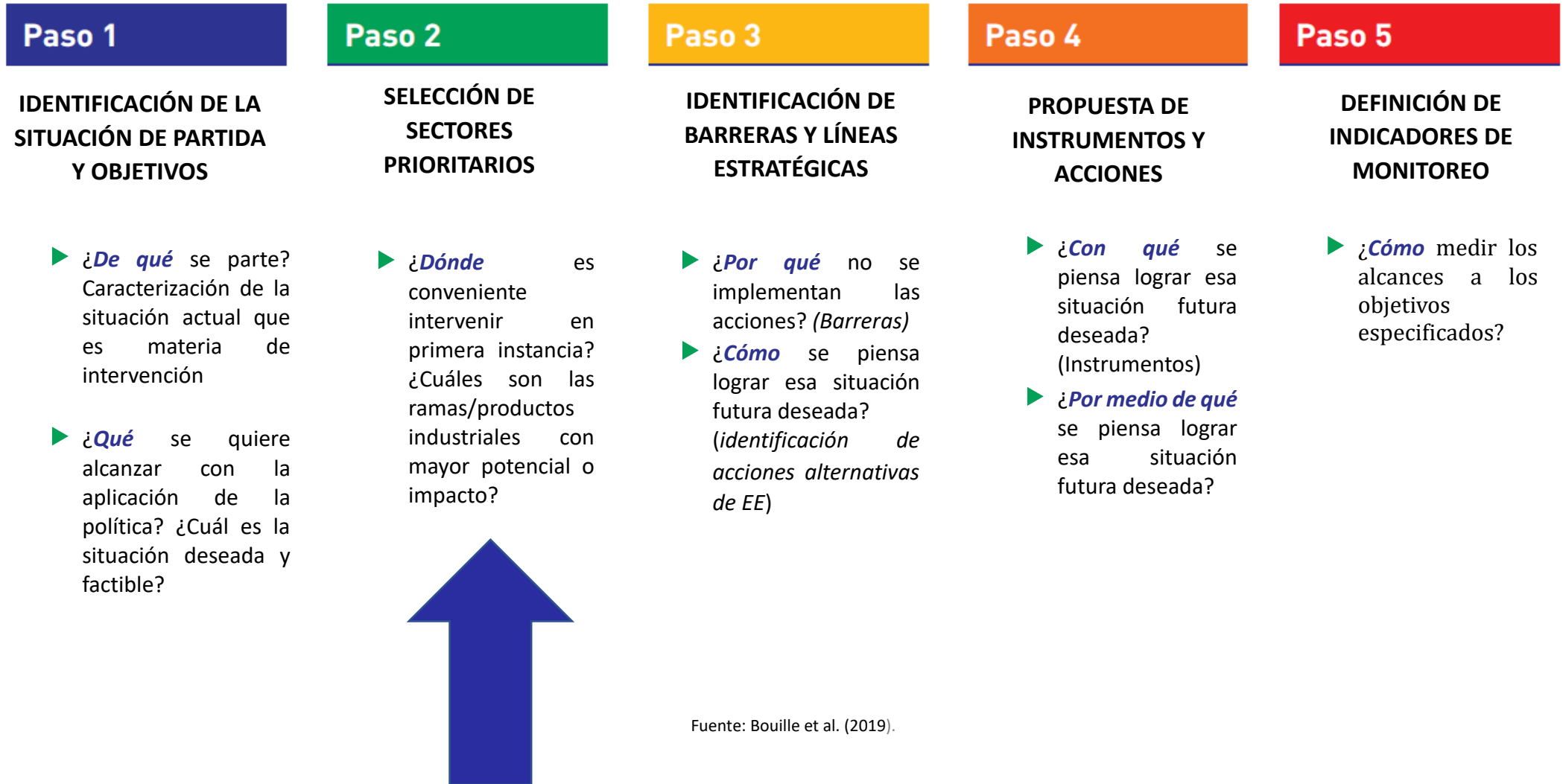
En el caso particular del PlanEEAr, ya se ha definido con anterioridad los sectores en los cuales se concentrará el PlanEEAr. La industria es uno de estos sectores, pero se requiere de una definición de cuales ramas industriales son las de mayor relevancia a los efectos de poner en marcha un plan de eficiencia energética. A estos efectos se ha avanzado en la realización de diagnósticos energéticos y económicos de un grupo de ramas/productos³ de la industria manufacturera definidas por la Secretaría de Energía como de importancia. Ellos son: **Hierro y Acero; Aluminio; Cemento; Petroquímica; Vidrio; Aceite; Frigoríficos; Ingenios; Lácteos; Papel; Cerámica Roja; Cerveza; Automotriz; Metalmeccánico; Textil; y Madera**⁴. Pero es de importancia poder analizar cuales cuentan con mayor interés para la aplicación de políticas de eficiencia.

² Disponible en: <https://www.eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php>

³ Nótese que se indica que se estudiarán ramas/productos, y es así debido a que en algunos casos se ha podido abordar una rama en su conjunto, y en otros debido a la falta de información sólo se han podido estimar consumos energéticos de los productos predominantes.

⁴ Estos diagnósticos pueden ser consultados en la página del proyecto

Figura 1: Pasos de la formulación de la política de eficiencia energética



En lo que sigue, en este documento se presentan indicadores que permiten comparar los diferentes sectores entre sí, y con respecto a industrias de similares características de otros países. Los indicadores son instrumentos para el seguimiento de las políticas y de la gestión. En este caso se utilizan para poder concretar la caracterización sectorial comparada. Entre los principales indicadores a nivel sectorial que se proponen, y que se han podido desarrollar de acuerdo a la información disponible, se destacan los que están asociados a la relevancia energética de cada sector, a la estructura de fuentes detectada, y a los potenciales de eficiencia energética estimados.

2. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS

2.1. Metodología para los diagnósticos⁵

El objetivo de los diagnósticos es dar una caracterización preliminar de la situación energética y económica, basados en información existente sobre trabajos desarrollados por la SE y la opinión de actores clave, para ser utilizados en la definición de líneas estratégicas del PlanEEAr y en la elaboración de escenarios socioeconómicos y energéticos. Es importante destacar que uno de los principales problemas a sortear en el desarrollo de los diagnósticos sectoriales se encuentra en la disponibilidad de información. Así, no todos los diagnósticos cuentan con el mismo grado de detalle, desarrollo o profundidad.

Respecto de la metodología para la elaboración de diagnósticos de ramas/productos⁶, la misma se ha basado en diferentes etapas:

- ▶ En primer lugar, mediante revisión de escritorio de información secundaria proveniente de fuentes oficiales e información disponible en diferentes Cámaras Empresariales e industrias.
- ▶ En segundo lugar, se desarrolló una instancia de participativa prevista por el proyecto. En este sentido se hizo uso de la técnica de entrevistas en profundidad, que cuenta con numerosas ventajas para este tipo de investigación cualitativa (Marradi et al., 2007). El tipo de entrevista utilizada, en general, fue presencial (complementada en algunos casos con llamadas telefónicas), y abierta.
- ▶ En una tercera etapa, se realizaron (sobre la base de la información recopilada) estimaciones de consumos y potencial de eficiencia energética, siguiendo metodologías ya utilizadas que se describen en los apartados siguientes.

⁵ En el marco del proyecto, se ha solicitado la realización de 19 diagnósticos, ellos 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. Adicionalmente, se realiza un Diagnostico del Sector Residencial. **En este documento nos referiremos solamente a los Diagnósticos correspondientes a la Industria Manufacturera.**

⁶ Nótese que se indica que se estudiarán ramas/productos. Es así debido a que en algunos casos se ha podido abordar una rama en su conjunto, y en otros, debido a la falta de información sólo se han podido estimar consumos energéticos a nivel de productos predominantes.



- En cuarto lugar, se realizaron talleres de trabajo con un grupo de actores clave (o *focus group*), con el objetivo de completar la información obtenida, incorporar las visiones y opiniones de actores fundamentales y validar algunos de los resultados obtenidos⁷.

Los diagnósticos realizados han permitido estimar el potencial de eficiencia energética de cada rama/producto, y las posibles medidas de eficiencia energética (técnicas y de buenas prácticas) a implementar para alcanzar estos potenciales. Estas medidas se encuentran desarrolladas en los documentos de diagnóstico y en los informes finales de los talleres.

En forma adicional, con la información recopilada se ha avanzado en la priorización de las ramas de la industria manufacturera consideradas prioritarias (Paso II de la *Figura 1*). Sobre estas ramas se ha realizado un análisis de barreras para la implementación de las medidas identificadas. Esta etapa de análisis de barreras en los sectores priorizados para ser incluidos en el PlanEEAr se realizó en conjunto con los *stakeholders*, 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.

2.2. Criterios para la selección de ramas prioritarias

Tal como ha sido predefinido por la SE, el PlanEEAr se concentrará en el **sector residencial**, el **transporte** y la **industria**, ya que de acuerdo al Balance Nacional de Energía estos sectores son los que en conjunto explican el 79% del consumo de energía final en 2017.

No obstante, no todas las ramas de industria manufacturera cuentan con la misma relevancia para ser incorporadas en una primera instancia al plan. La búsqueda de desarrollar acciones que tengan el mayor impacto hace necesario realizar una priorización de las ramas industriales a abordar, para lo cual, es recomendable el uso de criterios adecuadamente definidos, que atiendan a las características propias del país y a los objetivos que persigue la política energética en particular.

En este marco, como parte de la metodología de selección de ramas/productos industriales, se propone la aplicación de un conjunto de criterios presentados en la *Tabla1*. Es importante resaltar que la posibilidad de aplicación de los criterios y su cuantificación dependen del grado de información que se puede obtener. En este caso, la información utilizada para estos criterios proviene tanto de la poca información disponible, literatura nacional / internacional, como de estudios propios de empresas y cámaras, entrevistas a informantes calificados, talleres e información resultante de otras actividades en el marco del proyecto (en particular de las redes de aprendizaje industriales).

Como se verá más adelante, la selección de los subsectores surge de una combinación de criterios, sin que eso signifique que los elegidos deben cumplir con todos ellos

⁷ Los resultados principales de estos talleres pueden consultarse en: <https://www.eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php>



Tabla 1: Criterios para la selección y validación de ramas industriales⁸

| CRITERIO | DEFINICIÓN |
|------------------------------------|--|
| Importancia/Prioridad | Magnitud de la participación porcentual en la matriz de consumo energético industrial |
| Efecto energético | Estructura del consumo por fuente |
| Potencial de eficiencia energética | a) Potencial de ahorro de energía b) Posible reducción de la intensidad energética |
| Factibilidad de intervención | Grado de concentración económica del subsector |
| Relevancia económica | Importancia del subsector dentro del Valor Agregado Industrial (VAI) |
| Costos Energéticos | Importancia de los costos energéticos en los costos totales |
| Factibilidad tecnológica | Grado de conocimiento interno sobre las tecnologías eficientes. |
| Efecto ambiental | a) Emisiones de CO ₂ e relativas del subsector b) Emisiones totales en CO ₂ e |

Fuente: Bouille et al. (2018)

Los criterios/indicadores propuestos son especialmente válidos y aptos para los sectores industriales de mayor tamaño, dependiendo de la información disponible para cada uno de ellos. Es decir que las empresas medianas y pequeñas (PyMEs), responderían a otros criterios de selección.

Es importante destacar que la incertidumbre en los datos de origen hace que las conclusiones obtenidas sean preliminares, en especial respecto de las intensidades energéticas estimadas y, en consecuencia, que las recomendaciones se encuentren sujetas a revisión y validación. Estas estimaciones, intentan actuar como disparadores en la interacción con los sectores productivos⁹. La futura implementación del plan propuesto, así como la estructuración de un sistema de información detallado sectorial, darían la oportunidad si las autoridades lo decidieran, de lograr estimaciones más exactas y avanzar sobre medidas, técnicas y de buenas prácticas, específicas, viables y factibles.

2.3. Metodología para la estimación de consumo energético

Ante la falta de información oficial desagregada por ramas, se debió recurrir a la estimación del consumo energético por fuente y sus potenciales de ahorro, utilizando una doble metodología:

Top Down a partir de seleccionar los productos económicamente más representativos de cada sector (participación en VAI, exportaciones, empleo, concentración empresarias, etc.), y a su vez de esos sectores se han seleccionado aquellos que a experiencia del consultor tienen características de ser energointensivo (por cantidad total consumida, o por unidad física producida); y

Luego por *bottom-up*, partiendo de investigar a nivel de las empresas (grandes usuarios), el tipo de producción, la producción física, sus procesos productivos, y sus consumos energéticos, se han estimado los consumos energéticos de las ramas/productos industriales seleccionados que se listan a continuación:

⁸ Algunos de los criterios son cuantitativos y otros son cualitativos.

⁹ Que continuara de diferentes formas hasta la finalización del proyecto.



- I. Sector Alimenticios¹⁰:
 - *Aceites vegetales*
 - *azúcar*
 - *frigoríficos vacunos*
 - *lácteos*
 - *Cerveza*
- II. *Textil*
- III. *Sector Papelero (celulosa y papel)*
- IV. *Madera y Carpintería*
- V. *Sector Químico y Petroquímico (petroquímico)*
- VI. Sectores metales y no metales¹¹:
 - *Hierro y Acero (siderurgia)*
 - *Aluminio (aluminio primario)*
 - *Cemento*
 - *Vidrio (plano y envases)*
 - *Cerámica Roja*
- VII. *Sector metalmecánico*
- VIII. *Sector Automotriz*
- IX. Resto (como diferencia con el Total Industria del Balance Nacional de Energía)

A continuación, se describen con más detalle las etapas del cálculo:

1. Identificación de las principales plantas industriales de las empresas de cada rama industrial analizada y su ubicación geográfica. Para ello se relevaron documentos que analizan las cadenas de valor de las diversas ramas industriales y los informes de las propias empresas, así como de las cámaras que las agrupan.
2. Identificación de los consumos energéticos netos por fuente, por planta industrial o empresa para un determinado año. Incluye las fuentes comerciales de energía, así como las generadas por la propia empresa o fuentes no comerciales (ejemplo residuos), de acuerdo a la información que se pueda disponer. También se debió identificar la energía exportada, en caso que existiera. En el presente estudio los consumos de energía por fuente para cada planta/empresa industrial se estimaron en base a diversas fuentes, siendo las principales las bases de datos de ENARGAS¹² y de CAMMESA¹³ de grandes usuarios de gas distribuido y electricidad respectivamente. Estas bases de datos poseen cifras de consumo de energía por planta industrial. Para localizar cada planta industrial correspondiente a determinada empresa dentro de la base de datos de ENARGAS se utilizó la dirección física de la misma y el CUIT de la empresa, entre otros datos. Para hacer el cruce con la base de datos de CAMMESA sólo se cuenta con el nombre de la planta y un acrónimo que indica el distribuidor asociado, lo que da una ubicación espacial aproximada. Otra fuente de datos utilizada para identificar consumos energéticos de fuentes varias (residuos

¹⁰ Dada la diversidad de productos incluidos en esta actividad, el análisis se ha concentrado en aquellas ramas/productos que a experiencia del consultor, presentan los mayores niveles de relevancia económica y energética en el consumo sectorial, así como a nivel de unidad de producto.

¹¹ Dada la diversidad de productos incluidos en estas actividades, el análisis se ha concentrado en aquellas ramas/productos que, presentan los mayores niveles de relevancia económica, participación en el consumo sectorial, así como a nivel de unidad de producto.

¹² <https://www.enargas.gob.ar/>

¹³ <https://portalweb.cammesa.com/default.aspx>



industriales, bagazo y otros) es la que informa la autoproducción de energía por fuente, por rama industrial y por provincia.

3. Identificación de la producción física por planta/empresa y producción física total de la rama industrial para el mismo año que los consumos energéticos, discriminando por tipo de producto (unidades: toneladas, hectolitros, etc.).
4. Estimación del consumo por rama y por fuente. En general se carece de datos de consumo energético por fuente para todas las empresas que constituyen una rama. Por lo tanto, el consumo de la rama se estima en base a las empresas para las cuales hay datos de consumo energético por fuente y de producción física, extrapolando los valores de consumo correspondientes a la suma del subconjunto de estas empresas mediante el cociente entre la producción física de la rama y la del subconjunto.

Por ejemplo: se poseen datos de consumo eléctrico para determinada x de frigoríficos que procesan el 70% de la carne con hueso de la Argentina (consumo eléctrico = E_{sub}). Por lo tanto, para la fuente electricidad el consumo de la rama frigoríficos E_{rF} se estima como:

$$E_{rF}(MWh) = \frac{E_{sub}(MWh)}{0.70}$$

5. Lo mismo se repite para cada fuente energética. Este método es equivalente a asignar a las empresas que no tienen datos de consumo energético de determinada fuente, el consumo específico *medio* de las empresas que tienen datos. En algunos casos se excluyó del cálculo del consumo específico medio a aquellas empresas que presentaban consumos específicos que se apartaban significativamente de la media. A partir del consumo de energía por fuente y por rama industrial se calcula la estructura por fuente del consumo energético para cada rama y la estructura por fuente para el total de las ramas industriales analizadas.
6. Por último, se estima el consumo por fuente del resto de las industrias como diferencia entre el consumo de energía para el sector industria que figura en el Balance Nacional de Energía y el total de las ramas industriales analizadas.

Siguiendo la metodología explicada, se pudieron estimar consumos específicos (energía/unidad de producto) a nivel medio (rama/producto), y en algunos casos a nivel de empresa/establecimiento. Esos valores pudieron, así compararse mediante Benchmarking con empresas o sectores europeos o americanos, así como con potenciales escenarios futuros, según se presenta en el capítulo siguiente.

2.4. Metodología para la estimación de Benchmarking en la industria manufacturera

El benchmarking de eficiencia energética del presente estudio busca realizar una primera aproximación a la estimación cuantitativa de los potenciales de ahorro energético de diversas actividades industriales mediante la comparación de los consumos energéticos específicos de cada actividad con niveles de referencia bien establecidos y documentados en cuanto a los procesos involucrados y sus consumos, y los insumos y los productos asociados. En este contexto, el indicador de consumo energético específico se define como el consumo de energía neta por unidad de producto físico (por ejemplo, GJ por tonelada de acero crudo). Estos niveles de referencia son los que en la literatura comúnmente se conocen como “niveles de *benchmark*”.



Para una determinada actividad industrial pueden existir varios niveles de *benchmark* (consumo específico de energía) con los cuales realizar una comparación, en función, por ejemplo, de diversos grados de avance tecnológico (promedio internacional o nacional de la tecnología actual, estado del arte tecnológico o tecnología de punta, mínimo práctico, mínimo teórico, etc.). La comparación de los consumos energéticos específicos de una actividad industrial con cada uno de estos niveles de referencia brinda diferentes estimaciones del potencial de ahorro, cada una de ellas con un costo, un horizonte temporal y una factibilidad de implementación diferente. Cuanto más exigente es el nivel de *benchmark* mayor suele ser el costo de alcanzarlo ya que involucra cierto grado de cambio tecnológico y adaptación de procesos. Para el presente estudio se utilizarán varios niveles de *benchmark* para estimar los ahorros potenciales de diversas empresas y ramas industriales.

La metodología de niveles de *benchmark* posee requerimientos de información y diversos supuestos a la hora de ser aplicada, algunas de las cuales se mencionan más abajo. Puede ser aplicada tanto a nivel de planta industrial, como de empresa o rama industrial, pero cuanto más agregado sea el nivel de aplicación menor tiende a ser la precisión y utilidad práctica de los resultados como diagnóstico de la situación desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Metodología de cálculo y requerimientos de datos

A continuación, se describen las etapas del cálculo del indicador de consumo específico y del proceso de comparación con el nivel de benchmark:

1. Identificación de las principales plantas industriales de las empresas de cada rama industrial analizada y su ubicación geográfica. Para ello se relevan documentos que analizan las cadenas de valor de las diversas ramas industriales y los informes de las propias empresas, así como de las cámaras que las agrupan.
2. Descripción de los principales procesos productivos, los insumos y los productos asociados por planta industrial/empresa/rama. También interesa conocer la fracción de la materia prima que es reciclada, en caso de que sea aplicable, y la capacidad instalada. Algunos ejemplos de variables críticas: en la industria del cemento se requiere conocer la proporción de Clinker / cemento y las características del proceso (vía seca, vía húmeda, etc.); en la industria del hierro y el acero se requiere conocer si se trata del proceso Horno de Arco eléctrico (EAF por sus siglas en inglés) u Horno de oxígeno básico (BOF por sus siglas en inglés) y el porcentaje de chatarra empleado; en la industria del papel y la celulosa se necesita conocer el tipo de proceso (químico, etc.), el tipo y proporción de productos, y la producción de papel y de celulosa por separado.
3. Identificación de los consumos energéticos netos por fuente por planta industrial/empresa/rama asociados a la totalidad del proceso productivo para un determinado año y descripción de los límites del sistema considerado. Incluye las fuentes comerciales de energía, así como las generadas por la propia empresa o fuentes no comerciales (por ejemplo, residuos). También se debe identificar la energía exportada, en caso, que exista, y restarla de la energía autogenerada. En el presente estudio los consumos de energía por fuente para cada planta/empresa/rama industrial se estimaron en base a diversas fuentes, siendo las principales las bases de datos de ENARGAS y de CAMMESA de grandes usuarios de gas distribuido y electricidad respectivamente, tal como fue mencionado en el apartado anterior.
4. Producción física por planta/empresa/rama para el mismo año que los consumos energéticos, discriminando por tipo de producto (unidades: toneladas, hectolitros, etc.)



5. Cálculo del consumo específico por planta/empresa/rama como el cociente del consumo neto de energía (3) y la producción (4) para un mismo año (en este estudio el año 2017).
6. Estimación del nivel de benchmark adecuado con el cual se lleva adelante la comparación del consumo específico obtenido en (5). 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 DOE¹⁴). 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.
7. Estimación del potencial de ahorro de una planta/empresa/rama. Ejemplo, con una actividad cuya producción física se expresa en toneladas:

$$\text{Potencial de ahorro} \left(\frac{GJ}{\text{año}} \right) = \left[CE \left(\frac{GJ}{\text{ton}} \right) - CE_{\text{bench}} \left(\frac{GJ}{\text{ton}} \right) \right] * \text{Producción} \left(\frac{\text{ton}}{\text{año}} \right)$$

Donde:

- CE es el consumo específico de la empresa en energía neta por unidad de producto (paso 5)
- CE_{bench} es el consumo específico del nivel de *benchmark* (paso 6)

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.

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRIORIZACIÓN

3.1. Análisis por criterio

A continuación, se realiza un análisis transversal por indicador de cada uno de los sectores/productos manufactureros seleccionados. A fin de ilustrar/justificar algunos de los valores estimados. El cruce de la apertura sub-sectorial planteado de la estimación de potenciales y las medidas a evaluar y su caracterización, permitirá generar escenarios de evaluación cuantitativa de la reducción posible de consumos de energía y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se presenta más adelante.

¹⁴ The U.S. Department of Energy (DOE)'s Advanced Manufacturing Office (AMO).2017.



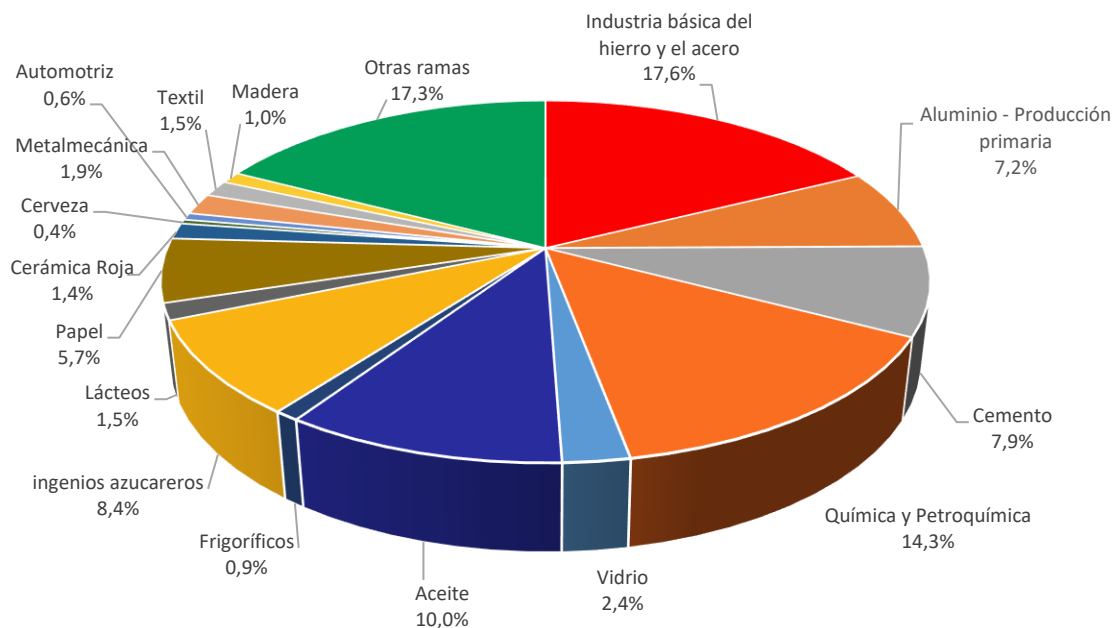
3.1.1. Importancia / Prioridad: participación de la rama en el consumo manufacturero

Mediante este criterio se analizó el consumo de la rama industrial en el año 2017 (ktep) y se estimó la participación de cada una de las ramas (%), para poder evaluar el su rol en el consumo total del sector y su estructura de consumo por fuentes. Los resultados obtenidos (siguiendo la metodología planteada anteriormente) se presentan en la **Tabla 2**.

Los niveles de consumo obtenidos en los estudios realizados alcanzan cerca del 83 % del consumo total industrial indicado en el Balance Energético Nacional de 2017 (12.623,2 kTep), mientras el restante 17,3 % corresponde a otras industrias, no estudiadas.

Desde la participación en el consumo energético nacional, podría decirse que cinco ramas/productos concentran el **50% del consumo de la industria manufacturera bajo análisis, Hierro y Acero, Petroquímica, Aceite, Aluminio y Cemento**, y dicho porcentaje llega al 70% si se agregan los subsectores de Ingenios y Papel (ver **Figura2**).

Figura 2 Estructura sectorial del consumo energético de la industria manufacturera



Fuente: Elaboración propia



Tabla 2: Estructura sectorial del consumo energético de la industria manufacturera

| RAMA | CONSUMO DE ENERGÍA (KTEP) | | | | | | PARTICIPACIÓN (%) |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------|---------------------------|----------|-------------------|
| | ENERGÍA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO | GAS NATURAL Y OTROS FÓSILES | BAGAZO | RESIDUOS INDUSTRIALES | LEÑA Y RESIDUOS DE MADERA | TOTAL | |
| Hierro y Acero | 490 | 1,735 | - | - | - | 2,225.2 | 17.6% |
| Petroquímica | 202 | 1,604 | - | - | - | 1,806.1 | 14.3% |
| Aceite | 175 | 869 | - | 215 | - | 1,259.0 | 10.0% |
| Aluminio | 183 | 727 | - | - | - | 910.3 | 7.2% |
| Cemento | 109 | 768 | - | 119 | - | 995.4 | 7.9% |
| Ingenios | 3 | 254 | 804 | - | - | 1,060.6 | 8.4% |
| Vidrio | 25 | 275 | - | - | - | 300.0 | 2.4% |
| Papel | 103 | 188 | 49 | 280 | 99 | 718.5 | 5.7% |
| Cerámica Roja | 18 | 161 | - | - | - | 179.3 | 1.4% |
| Lácteos | 47 | 139 | - | - | - | 186.2 | 1.5% |
| Frigoríficos | 58 | 55 | - | - | - | 112.8 | 0.9% |
| Automotriz | 41 | 39 | - | - | - | 79.7 | 0.6% |
| Cerveza | 15 | 38 | - | - | - | 52.9 | 0.4% |
| Metalmecánica | 164 | 74 | - | - | - | 238.1 | 1.9% |
| Textil | 111 | 73 | - | - | - | 183.3 | 1.5% |
| Madera | 20 | 12 | - | - | 99 | 131.0 | 1.0% |
| Otras Industrias | 2,568 | 347 | 5 | - | 112 | 2,185 | 17.3% |
| Total estimado (Ktep) | 1,764 | 7,010 | 853 | 614 | 198 | 10,438 | 82.7% |
| Total Industria BEN 2017 | 4,332 | 7,357 | 848 | - | 86 | 12,623.2 | 100.0% |
| Total estimado (%) | 16.9% | 67.2% | 8.2% | 5.9% | 1.9% | - | 100.0% |
| Total Industria BEN 2017 (%) | 34.3% | 58.3% | 6.7% | 0.0% | 0.7% | - | 100.0% |

Fuente: Elaboración propia en base al Balance Energético Nacional (BEN) 2017

3.1.2. Efecto energético

El indicador del efecto energético analiza cuál es el peso de cada fuente energética en las distintas ramas industriales. Este indicador permite ver la potencialidad de estrategias de sustitución de fuentes dentro de las ramas, e incluso identificar (en caso de que sea un objetivo de la política) cuales son las ramas industriales que dependen de recursos más estratégicos (o escasos) en el país.

En este caso, la participación de las distintas fuentes energéticas en la industria manufacturera puede observarse en las dos últimas filas de la [Tabla 2](#). Se identifica una **alta preponderancia de los combustibles fósiles en los consumos energéticos** del total de la industria manufacturera (tanto en lo estimado como en lo observado en el BEN), esto se explica porque hay una alta preponderancia de los usos térmicos en los servicios energéticos de la industria manufacturera. En este sentido, las estimaciones realizadas muestran que el **68% del consumo industrial del país estaría cubierto con Gas Natural y otros combustibles fósiles, y cerca del 17 % está cubierto por la EE**. Sin embargo, de



acuerdo a la información del BEN, la participación de la electricidad en el consumo industrial global sería significativamente superior, ocupando 34,3% del consumo total, con el Gas Natural el 58.3 %.

Existen diferentes motivos que podrían estar explicando esta diferencia en términos de participaciones de los combustibles en el total de la industria. En primer lugar, hay un número de actividades que no han sido estudiadas, por lo tanto, no se conocen sus consumos. En segundo lugar, según se expresó en varios de los sectores analizados, falta información sobre cuanto representa la autoproducción eléctrica y la cogeneración puertas adentro de los establecimientos (con gas natural y otros combustibles); y tampoco se conocen las compras que los industriales realizan directamente a las distribuidoras de electricidad¹⁵. En tercer lugar, nótese que, en base a información publicada por las empresas, se ha considerado la utilización de residuos industriales como fuente energética, y por su parte el BEN, no los incluye en su matriz. Con respecto al Bagazo, la estimación es más próxima al BEN, debido a que esta fuente corresponde sólo a dos actividades industriales: Azúcar y Papel. Podría también haber una distorsión al extrapolar estructuras productivas de mayor tamaño a pymes, así como la disponibilidad de Gas Natural sólo en el 70% del país.

Con respecto a la estructura de fuentes consumidas por sector, se puede observar que en nueve de las 16 ramas predomina el uso de Gas Natural y Otros combustibles fósiles, en dos de ellas (Frigoríficos y Automotriz) la participación es igualitaria con la electricidad; mientras que Papel, Ingenios y Madera presentan casos particulares. En el primero de los casos, Ingenios, el 75% corresponde a consumo de Bagazo, mientras que en Papel hay una participación del 40% de Residuos industriales, y en Madera un 75% de Leña.

Tampoco se registra el consumo eléctrico en los Ingenios azucareros, debido a que se ha supuesto que los consumos de bagazo o GN son para autoproducir electricidad, y aun así se observan excedentes de esa fuente.

En términos absolutos (*Tabla 2*) el **mayor consumidor de electricidad** es el sector siderúrgico, siguiéndole en importancia la industria **Petroquímica, el Aluminio, el Aceite y el Cemento**. En cuanto a los consumos de **GN y otros fósiles**, se destacan **la Siderurgia, la Petroquímica, los Aceites, Cemento y el Aluminio**. En el último caso, la composición de la matriz energética del sector de Aluminio merece algunos comentarios. El total de energía eléctrica demandada por ALUAR en 2016-2017 fue de 734 MW medios (aproximadamente 6400 GWh). De ese total, 2073,03 GWh fueron provistos por Hidroeléctrica Futaleufú (32,3%), 59,470 GWh se adquirieron en el Mercado Spot de la energía eléctrica (0,9%), y 4294,2 GWh fueron abastecidos por el parque de generación térmico de la Compañía (66,8%). Por lo tanto, si solamente se registra lo comprado a la central y al mercado mayorista, y no se considera la autoproducción, se estarían subestimando sus consumos. Para avanzar en una comparación entre las ramas, que es el objetivo de los criterios (efecto energético), es importante hacer alguna mención respecto a qué sería lo más deseable en el caso de este criterio, y cuáles serían las posibilidades de alcanzarlo. En primer lugar, desde el punto de vista ambiental, concretamente emisiones, lo deseable sería que exista la mayor penetración de electricidad en el consumo industrial, siempre bajo el supuesto ambiental de que esa electricidad provenga de fuentes renovables y bajas en emisiones de GEI (si no fuera este el caso el impacto en términos de descarbonización de la industria sería muy inferior). Sin embargo, este podría no ser el principal objetivo de política energética nacional. Por ejemplo, bajo escenarios de gas natural abundante, la

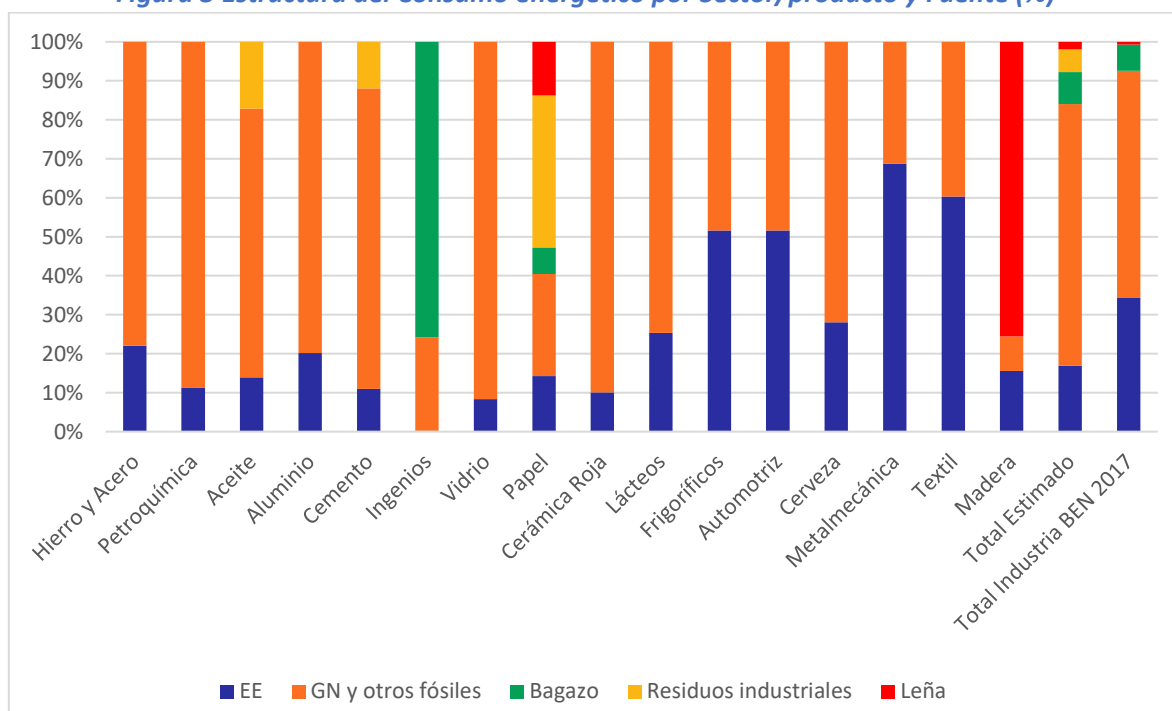
¹⁵ El relevamiento de información se limita a los actores que acceden al mercado mayorista de electricidad.



penetración y buen aprovechamiento del gas natural podría ser deseable y esperable para el país. Adicionalmente, no todas las ramas industriales cuentan con la posibilidad de sustituir gas natural por electricidad en sus usos eléctricos, tanto por restricciones técnicas como económicas e inclusive geográficas.

En segundo lugar, un objetivo ambientalmente deseable, sería incrementar la utilización de residuos, cuando fuera posible. Sin embargo, no todas las ramas cuentan con la posibilidad de acceder al recurso, el cual tiene que estar disponible en las cercanías de la planta para que sea aprovechable. En igual dirección, es deseable (e incluso puede constituir una línea de política) incrementar el reciclado dentro de las ramas, con elevadas posibilidades en las ramas de Vidrio, Hierro y Acero, Papel, Aluminio y Cemento. Este aspecto se presenta más adelante en la *Tabla 5*.

Figura 3 Estructura del Consumo energético por Sector/producto y Fuente (%)¹⁶



Fuente: Elaboración propia en base al BEN 2017

3.1.3. Potencial de eficiencia energética

Este criterio trata de captar tanto el potencial de ahorro de energía como la posible reducción de la intensidad energética de cada una de las ramas, para captar en donde estarían las mayores oportunidades de acciones de eficiencia energética.

Para estimar el Potencial de eficiencia se han calculado los Consumos Específicos (consumos energéticos específicos por unidad producida o por unidad de producto principal o por unidad de materia prima, en el caso de industrias multiproducto). Por otra parte, se ha recurrido a bibliografía internacional a fin de conocer la situación del sector/producto analizado en países con mayor desarrollo tecnológico, tanto de la Unión Europea, como de Estados Unidos, y así establecer por comparación las posibilidades de ahorro respecto a ese referente “más eficiente”. En los diagnósticos de cada sector/producto, se ha presentado el detalle de los valores obtenidos.

¹⁶ De acuerdo, a los consumos estimados en el diagnóstico sectorial



Básicamente, el ahorro en términos absolutos se calcula haciendo la suma de las diferencias entre el consumo de cada empresa y el nivel de benchmarking ya explicado anteriormente de intensidad energética multiplicado por la producción de esa empresa. Si no estuviera abierto por empresa se hace el mismo cálculo, pero con el total de la rama (demanda de la rama menos nivel de benchmarking x producción de la rama)

En primer lugar, se procedió en cada sector/producto a estimar los consumos específicos energéticos. En algunos casos ha sido posible identificar las producciones y consumos energéticos a nivel de empresa o planta (según la disponibilidad de información)¹⁷. Ejemplos de esta situación lo constituyen, según se observa en la tabla siguiente, las producciones de Cemento, Vidrio, Aceite, Frigoríficos, Lácteos, Papel, Cerveza, y Automotriz. En otros casos sólo se obtuvieron los consumos energéticos a nivel medio sectorial o abarcando un núcleo de empresas representativas, Ejemplos de esta situación, según puede observarse en la tabla siguiente lo constituyen las producciones de: Aluminio, Ingenios, Petroquímica y Cerámica Roja.

Puede observarse, entonces, en la tabla siguiente, un resumen de los consumos específicos energéticos obtenidos para los sectores/productos estudiados de la industria nacional. Se los ha medido en GJ por Unidad de producto. Puede observarse que en la mayoría de los sectores/productos, se utilizó la tonelada como unidad de medida física. Como se adelantó, se han estimado consumos medios por sector/producto, y en donde hubo posibilidad se calcularon los consumos por empresa o Planta.

A fin de comparar la situación nacional media y/o empresaria, con la de países con mayor desarrollo tecnológico, se ha recopilado información específica, según se presentó en el apartado 2.4. Metodología para la estimación de Benchmarking en la industria manufacturera.

Según se adelantara, el DOE¹⁸, presenta tres escenarios (CT, SOA, y PM), según niveles de desarrollo tecnológico para producir diferentes productos en USA (ver tabla siguiente).

- 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 disponibles 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

Por otro lado, se ha aplicado **el Índice ICF**, correspondiente a la Unión Europea, extraído de: ICT, International. 2015. Study on energy efficiency and energy saving potential in industry and on possible policy mechanisms. European Commission Directorate-General Energy and has been prepared by ICF Consulting Ltd. Contract N° ENER/C3/2012-439/S12.666002. December 2015.

¹⁷ Se presentan como Consumos específicos de la Media de la Actividad / producto, y Plantas relevantes (Planta 1, Planta 2, Planta 3, y planta 4). En cada documento de Diagnóstico sectorial, se detallan los nombres de las empresas estudiadas.

¹⁸ The U.S. Department of Energy (DOE)'s Advanced Manufacturing Office (AMO).2017, Op.Cit y otras publicaciones sectoriales como por ejemplo: Aluminum_bandwidth_study_2017.pdf.



Tabla 3: Consumo específico por sector/producto (GJ/Unidades de referencia).

| SECTOR | UNIDAD | CONSUMO ESPECÍFICO DE ARGENTINA | | | | CONSUMO ESPECÍFICO/NIVELES BENCHMARKING | | | | |
|---------------|------------------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|---|---------------------------|--------------------|-----------|------------------|
| | | MEDIA ACTIVIDAD / PRODUCTO | PLANTA 1 | PLANTA 2 | PLANTA 3 | PLANTA 4 | CT | SOA | PM | ICF |
| Petroquímica | GJ/ton | 11,8 | | | | | 10,3 | | | |
| Aceite | GJ/ton aceite | 4.7 | 4.9 | 4.8 | 3.9 | 3.0 | 8.6 | 5.6 | 5.6 | |
| Aluminio | GJ/ton aluminio primario | 54,7 | 54,7 | | | | 55.9 | 42.5 | | 62.7 |
| Cemento | GJ/ton cemento | 3.3 | 3.3 | 3.2 | 3.0 | 4.9 | 3.1 - 5.1 | 2.4 - 3.0 | 2.3 - 2.9 | 3.4 - 4.7 |
| Ingenios | GJ/Ton de caña | 0.62^(*) | | | | | 0,57 | 0,22 | 0,16 | |
| Vidrio | GJ/ton vidrio | 9.7 | 9.4 | 7.2 | 9.2 | 4.6 | 7.3 - 11.2 ⁽³⁾ | 3.9 - 8.8 | 3.7 - 7.7 | 8 ⁽⁴⁾ |
| Papel | GJ/ton de pulpa y papel | 11,8 | 20,5 | 12 | 12,3 | 10,6 | 8,4 | 6,1 | 3,6 | 7.0 - 13.8 |
| Cerámica Roja | GJ/Ton | 2.09 | | | | | 3.3 ⁽¹⁾ | 2.3 ⁽²⁾ | | |
| Lácteos | GJ/m3 leche fluida procesada | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | |
| Frigoríficos | GJ/ton res con hueso | 1,9 | 3.2 | 3.1 | 2.9 | 7.3 | 1.9 | 1.4 | 1.2 | |
| Automotriz | GJ/vehículo | 7.1 | 6.3 | 3.9 | 10.8 | 7.7 | 5.6 - 19 | | | |
| Cerveza | GJ/m3 de cerveza | 1,2 | 1,0 | 1,35 | | | 1.8 | 1.5 | 1.4 | |

Notas:

(*) Consumo de electricidad/ton caña. "Bioetanol de caña de azúcar: energía para el desarrollo" FAO, Cepal sostenible / coordinación BNDES y CGEE. – Rio de Janeiro : BNDES, 2008.

(1) Fuente: Osama AMR, Soliman Fatheya. 2016. Benchmarking Report of the Ceramics Sector. United Nations Industrial Development Organization

(2) UE. 2007. Ceramic Manufacturing Industry. August 2007

(3) primer valor es para envases, y el segundo es para plano

(4) ponderado envases y plano

Por ejemplo, se observa que la producción de Aluminio, demanda en relación a otras ramas/productos, la mayor cantidad de energía por Tonelada de producto. Efectivamente, el consumo medio específico de 54,7 GJ/ton aluminio primario, que supera ampliamente los otros consumos específicos medios obtenidos.

Por otro lado, se observa que, el valor medio sectorial, es igual al de la Planta 1, y ello es así debido a que una sola empresa produce aluminio primario en el país. A su vez, comparando el dato medio nacional, con respecto con los consumos específicos propuestos por el DOE y la UE, se puede observar que el valor nacional se encuentra por debajo respecto al CT y al ICF, mientras que se encuentra por encima del valor SOA, ello indicaría en el primer caso, un estado de situación más eficiente, mientras que en el segundo caso, se podría estimar, que con tecnologías más avanzadas, se podría obtener un potencial de ahorro del 2%.



3.1.4. Factibilidad de intervención

Este criterio estima, en términos cualitativos, el grado de concentración del sector, bajo el supuesto de que existe potencialidad de un diálogo más fluido cuando se trata de pocos interlocutores para acordar las acciones. Especialmente si dichos actores se encuentran agrupados o pertenecen a una cámara que los representa, dicha cámara tiene más facilidad de llegar a sus miembros. El indicador se mide en forma conjunta como cantidad de productores involucrados y porcentaje de mercado.

Para el análisis se definieron seis categorías: **Muy Alta, Alta, Media Alta, Media, Baja, Muy Baja**

Siguiendo esta clasificación, las ramas que se destacan son, en primer lugar, **Aluminio** con un muy elevado grado de concentración, seguidas por **Hierro y Acero, Cemento, Petroquímica, Vidrio, Aceite, y Automotriz**.

Figura 4 Grado de concentración de las ramas industriales evaluadas

| SECTOR | MUY BAJA | BAJA | MEDIA | MEDIA ALTA | ALTA | MUY ALTA |
|---|----------|------|-------|------------|------|----------|
| Hierro y Acero ¹ | | | | | | |
| Aluminio - Producción primaria ² | | | | | | |
| Cemento ³ | | | | | | |
| Petroquímica | | | | | | |
| Vidrio ⁴ | | | | | | |
| Aceite ⁵ | | | | | | |
| Frigoríficos ⁶ | | | | | | |
| Ingenios Azucareros ⁷ | | | | | | |
| Lácteos ⁸ | | | | | | |
| Papel ⁹ | | | | | | |
| Cerámica Roja ¹⁰ | | | | | | |
| Cerveza ¹¹ | | | | | | |
| Automotriz ¹² | | | | | | |
| Metalmecánica ¹³ | | | | | | |
| Textil ¹⁴ | | | | | | |
| Madera ¹⁵ | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Notas:

- 3 productores grandes en la etapa de fundición/reducción y 5 en la etapa de aceración
- Un solo productor primario a partir de bauxita
- 4 empresas dominan el mercado, existen 15 plantas de producción de cemento
- 6 empresas con 9 plantas concentran la mayor parte del mercado, una sola empresa produce vidrio plano, una se especializa en la industria automotriz y el resto en envases.
- 10 empresas concentran cerca del 85% de la producción
- 45 empresas concentran cerca del 50% de la faena
- 22 ingenios operativos. 5 ingenios concentran cerca del 50% de la molienda de caña
- 25 empresas concentran el 75% de la leche fluida procesada industrialmente. 5 empresas concentran cerca del 50%
- Existen 73 empresas, pero 7 de ellas concentran la mayor parte de la producción
- 16 empresas agrupadas en la Cámara
- Sólo una empresa produce el 76 % de la producción nacional.
- 10 empresas ensamblan vehículos, algunas producen cajas de cambio y otras autopartes
- por su tamaño y heterogeneidad, resulta difícil caracterizar al sector o la dinámica de su cadena de valor
- alrededor de 3.000 empresas registradas, de las cuales un 3% son grandes y un 13% son medianas, mientras que el 84% está compuesto por Pymes mayormente orientadas a la fabricación de tejidos de punto y acabado textil. una única firma de capital nacional que produce chips para hilados sintéticos e hilados sintéticos, mientras que otras tres empresas le compran los chips para transformarlos en hilados.
- Sector muy heterogéneo; fabricación de tableros se encuentra concentrada; fabricantes de muebles es altamente heterogéneo. Dos empresas explican cerca del 75% del consumo de GN y EE de red del año 2017 y cinco empresas explican el 87%.



3.1.5. Relevancia Económica

Si bien desde un punto de vista netamente energético, la importancia de una rama para la aplicación de medidas de eficiencia energética podría basarse sólo en sus características energéticas, su importancia económica puede ser relevante para apuntalar otro tipo de acciones gubernamentales tendientes al desarrollo sustentable. En este sentido, se incluye un indicador que pretende analizar cuál es el peso de las ramas seleccionadas en el Producto Bruto Interno (PBI) o de forma más precisa en el Valor Agregado Bruto (VAB) industrial.

El problema que se enfrentó al querer utilizar este indicador fue que la información sobre el VAB de las ramas al nivel de desagregación seleccionado, 3 y 4 dígitos en algunos casos, no se encuentra disponible para el año 2017 / 2018, que es el año en el cual se están realizando todos los cálculos de los indicadores bajo análisis. La última estimación oficial de VAB a dicho nivel de detalle se encuentra en el Censo Nacional Económico 2004/2005 (CNE 04/05) que cuenta con datos del año 2003¹⁹. Frente a esta situación, las alternativas evaluadas fueron: a) realizar el análisis en base a los datos del CNE 04/05 (que es en efecto una estrategia seguida por diferentes documentos oficiales y académicos); b) desarrollar alguna metodología de análisis que permita actualizar extrapolando (aunque de modo aproximado) los VAB del año 2003 en las ramas analizadas al año 2017; c) no utilizar el criterio económico en el análisis ante la falta de información.

Dada la importancia del criterio económico la alternativa c) fue descartada. La alternativa a) fue analizada en detalle, sobre todo considerando que diversos estudios recientes han empleado estos datos, que son los últimos disponibles. Preocupaba sin embargo saber si a grandes rasgos, en términos de participación relativa de los rubros analizados en el VAB se había mantenido constante para realizar el análisis económico. Por estos motivos se recurrió a la opción b), es decir mediante un análisis de los datos estadísticos disponibles de “Número de Empleados” provistos por el OEDE-MTSS, que poseen la desagregación necesaria, realizar una estimación al año 2017. La metodología utilizada fue:

1. Reconstruir el CNE 04/05 a valores constantes de 2004 suponiendo el mismo ratio entre el Valor Bruto de Producción (VBP) y el VAB sobre número de empleados entre 2003 y 2004 y la participación de los rubros a 3 y 4 dígitos sobre el sector a 2 dígitos.
2. Utilizar la serie oficial de PBI a año base 2004 a dos dígitos para mantener la estructura a 2 dígitos.
3. Dentro de los dos dígitos, ajustar los sectores expresados en 3 y 4 dígitos de forma proporcional a la evolución del respectivo empleo de cada sector a 3 y 4 dígitos²⁰.

Los resultados de la comparación entre los datos de los VAB en el año 2003 para los rubros industriales en los cuales se está trabajando, y las estimaciones realizadas siguiendo la metodología del párrafo anterior para el año 2017 se muestran en la **Tabla 4**. En dicha tabla, la última columna indica con signo + (–) si la participación de la rama se incrementa (baja); los signos dobles indican cambios significativos en dichas participaciones (por ejemplo, en el caso de papel, aceite y frigoríficos). Es importante destacar que en el año 2003 y 2017 los sectores seleccionados explican el 54,98% y 51,97% del VAB industrial respectivamente.

¹⁹ https://sitioanterior.indec.gob.ar/cne2005_index.asp

²⁰ Un problema que se enfrenta al aplicar esta metodología, es que se imputa el mismo ratio de VBP/ VAB sobre número empleados a todos los subsectores a 3 y 4 dígitos. Si se decidiera realizar el ajuste solo por empleo se podrían hacer cambios en el ratio a 3 y 4 dígitos, pero se estaría rompiendo la estructura a 2 dígitos que no sólo está disponible, sino que posee carácter oficial.



Los sectores que cuentan con mayor participación en ambos períodos son **Petroquímica, Metalmecánico y Hierro y Acero**. Luego existen sectores que su participación se altera en forma más o menos significativa entre los valores reales y las estimaciones en especial en los casos de frigorífico, aceite y papel. Estas discrepancias entre los valores reales y los estimados pueden tener diferentes orígenes; entre los que se pueden resaltar: 1) cambios significativos en el nivel de productividad, 2) procesos de automatización, y 3) cambios significativos en el ratio trabajo formal/informal.

No obstante, y dado que al momento de realizar el análisis por índices que se presenta en los resultados generales no cambia el ordenamiento de los rubros se considera que es satisfactorio utilizar los valores estimados.

Tabla 4 Comparación de los VAB de los rubros analizados. Año 2003 y estimaciones 2017

| SECTOR/PRODUCTO | VAB 2003 % SOBRE EL TOTAL DE LA INDUSTRIA | VAB 2017 % SOBRE EL TOTAL DE LA INDUSTRIA | EVOLUCIÓN EN 2017 RESPECTO DE 2003 |
|------------------------|---|---|------------------------------------|
| Hierro y Acero | 6,93% | 7,01% | + |
| Aluminio | 0,92% | 0,85% | - |
| Cemento | 1,11% | 0,67% | - |
| Petroquímica | 13,24% | 10,94% | -- |
| Vidrio | 0,73% | 0,82% | + |
| Aceite | 3,33% | 1,64% | -- |
| Frigoríficos | 2,10% | 4,86% | ++ |
| Ingenios | 0,61% | 1,08% | - |
| Lácteos | 2,12% | 1,56% | - |
| Papel | 4,17% | 3,12% | - |
| Cerámica Roja | 0,82% | 1,17% | + |
| Cerveza | 0,87% | 0,56% | - |
| Automotriz | 1,58% | 1,54% | - |
| Metalmecánico | 9,54% | 10,69% | + |
| Textil | 4,86% | 1,97% | -- |
| Madera | 2,04% | 3,48% | ++ |
| Sectores seleccionados | 54,98% | 51,97% | - |
| Resto de la industria | 45,02% | 48,03% | + |

Fuente: elaboración propia en base al CNE 04/05 y estimaciones propias

3.1.6. Costos Energéticos

Este criterio toma la participación de los costos de la energía sobre el costo operativo de la rama, bajo la premisa que cuanto mayor sea dicha participación mayor será el incentivo que podrían tener las empresas para poner en marcha acciones de eficiencia energética.

Ante la inexistencia de estudios desagregados que estimen la participación del costo de la energía en el costo operativo total de las distintas ramas, se recurrió a la información de las distintas cámaras industriales, y a los resultados obtenidos en el marco de las Redes de Aprendizaje (RdA).

En este caso, como se puede ver en la siguiente figura, las cuatro ramas con mayor participación de los costos energéticos en sus costos operativos son **Hierro y Acero, Cemento, Vidrio y Aceite** (en este último caso la variabilidad de la participación de los costos es elevada en las distintas empresas); seguidas por las ramas de **Aluminio, Petroquímica, Vidrio y Cerámica Roja**, con una participación Media Alta.



Figura 5 Estimación de la participación de los costos energéticos en los costos operativos

| SECTOR | MUY BAJA (<5) | BAJA (5-10) | MEDIA (10-20) | MEDIA ALTA (20-30) | ALTA (30-40) | MUY ALTA (>40) |
|--------------------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------|--------------|----------------|
| Hierro y Acero | | | | | | |
| Aluminio – Producción primaria | | | | | | |
| Cemento | | | | | | |
| Petroquímica | | | | | | |
| Vidrio | | | | | | |
| Aceite | | | | | | |
| Frigoríficos | | | | | | |
| Ingenios Azucareros | | | | | | |
| Lácteos | | | | | | |
| Papel | | | | | | |
| Cerámica Roja | | | | | | |
| Cerveza | | | | | | |
| Automotriz | | | | | | |
| Metalmecánica | | | | | | |
| Textil | | | | | | |
| Madera | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Notas:

1. Estimación para la empresa líder del mercado
2. Alto grado de diferenciación en la participación que ronda entre los 14% y 40% de acuerdo a la información de las RdA
3. Información de la Cámara

3.1.7. Factibilidad tecnológica

El criterio de Factibilidad tecnológica se refiere principalmente al hecho de que (a grandes rasgos) las empresas de la rama cuenten a nivel nacional o con la tecnología eficiente o con los conocimientos para implementar acciones de eficiencia energética que les permitan acercarse (si lo desearan) a los mejores niveles de eficiencia a nivel internacional.

Este criterio, principalmente cualitativo, fue construido por la opinión de expertos que realizaron los diagnósticos, a partir del conocimiento relevado en las RdA, y de las reuniones con cámaras industriales e informantes calificados. La siguiente figura presenta cuales serían los resultados del análisis. Como puede observarse, las ramas de **Hierro y Acero, Aluminio, Cemento, Petroquímica, Aceite, Papel, y Automotriz** son las que presentarían mejor desempeño de este indicador.



Figura 6 Estimación de la factibilidad tecnológica de la rama

| SECTOR | BAJA | MEDIA | ALTA |
|--------------------------------|--------------|-------|----------------|
| Hierro y Acero | [Barra azul] | | |
| Aluminio - Producción primaria | [Barra azul] | | |
| Cemento | [Barra azul] | | |
| Petroquímica | [Barra azul] | | |
| Vidrio | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Aceite | [Barra azul] | | |
| Frigoríficos | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Ingenios Azucareros | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Lácteos | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Papel | [Barra azul] | | |
| Cerámica Roja | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Cerveza | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Automotriz | [Barra azul] | | |
| Metalmecánica | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Textil | [Barra azul] | | [Barra blanca] |
| Madera | [Barra azul] | | [Barra blanca] |

Fuente: Elaboración propia

3.1.8. Efecto ambiental

El indicador de efecto ambiental intenta captar cual es el impacto de la rama en particular en términos de Cambio Climático²¹, es decir en términos de emisiones de GEI. En este sentido, se han definido dos subindicadores: las emisiones globales, y la participación en emisiones de la rama de la industria manufacturera.

Sin embargo, como ya ha sucedido en otros criterios, el cálculo de este indicador enfrenta el problema de la insuficiencia de información desagregada a nivel de rama o subrama de la industria. Se trabajó con información de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, que contiene datos de 2012; y con el Tercer Informe Bienal de Actualización (BUR) 2019 que contiene datos de 2016, ambos disponibles en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible²². Se presenta a continuación información referida a las emisiones para el Sector Energía y emisiones por Proceso Industriales y Uso de Productos.

Dentro de las Emisiones del Sector Energía²³, las emisiones de la Industria Manufacturera y de la construcción corresponden al 17%. Se trata de las emisiones por la quema de combustible, incluyendo la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias. En el inventario se informan las emisiones de las categorías industriales que consumen más combustible, y las que son emisoras significativas de contaminantes. En este sentido, tal como se observa en la siguiente figura (construida en base a la información del BUR) respecto a las ramas industriales analizadas en este informe se destacan: Hierro y Acero; Procesamiento de Alimentos, Bebidas y Tabaco; Producción de Minerales no metálicos y la producción de Productos Químicos.

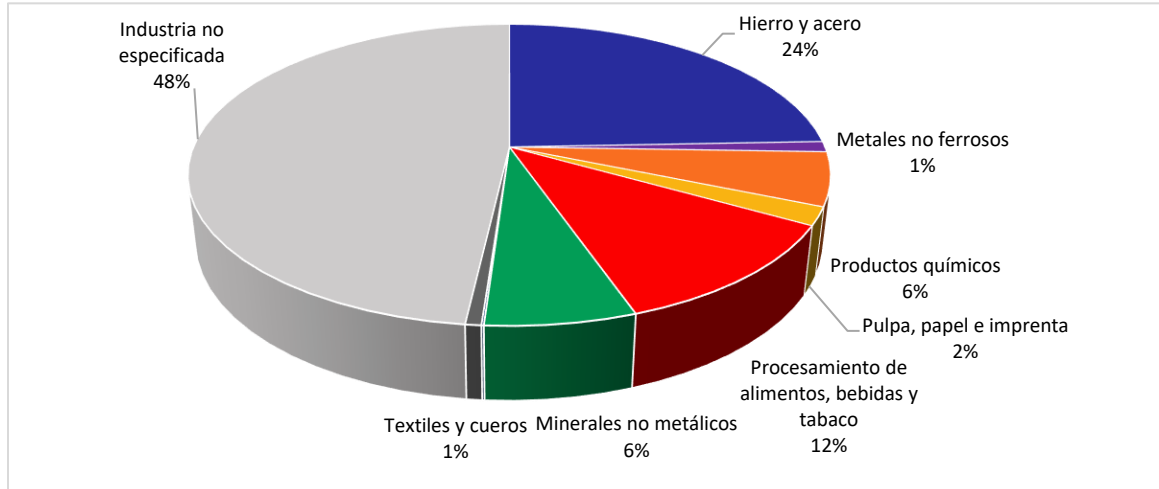
²¹ Se consideran las emisiones de GEI para “mediar” este indicador, porque es la información de mejor disponibilidad

²² <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/cambioclimatico/comunicacionnacional/tercera>

²³ Este sector incluye todas las emisiones de GEI que emanan de la combustión y las fugas de combustibles. Las emisiones de usos no energéticos de combustibles no corresponden a este sector, sino que se declaran dentro de Procesos industriales y uso de productos.



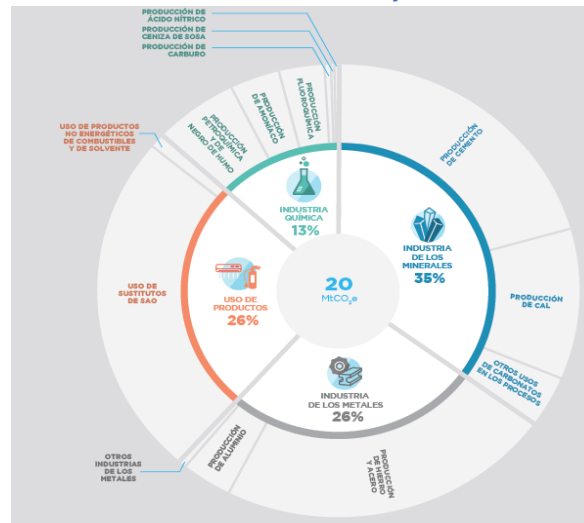
Figura 7 Inventario GEI correspondientes a Energía – Componente Industria Manufacturera y de la Construcción. Año 2016



Fuente: elaboración propia en función de SAyDS (2019a)

También se analizan las emisiones del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos²⁴. Si bien estas emisiones no corresponden a la quema de combustibles fósiles con fines energéticos, se consideró pertinente analizarlo ante la posibilidad de evaluar e incorporar medidas de eficiencia energética que tengan impacto sobre los procesos productivos y con ello disminuyan las emisiones de proceso. En términos de las ramas analizadas en este documento, de los datos del Tercer BUR de Argentina (que se representan en la siguiente figura), se desprende que las emisiones CO₂e de este sector se encuentran principalmente en la producción de Hierro y Acero (cerca de 22%), seguido de la producción de cemento (casi 21%), la industria química (13%), aluminio y metalurgia.

Figura 8 Inventario de Procesos Industriales y Uso de Productos. Año 2012



Fuente: SAyDS (2019a)

²⁴ Este sector incluye todas las emisiones de GEI generadas como resultado de la reacción entre materias primas empleadas en diferentes procesos químicos.



En resumen, considerando las emisiones en los dos sectores mencionados, y extrapolando al menor grado de desagregación para obtener información sobre las subramas analizadas en los diagnósticos del PlanEEAr, **para el criterio ambiental, las ramas de mayor relevancia serían: Hierro y Acero, Cemento, Química y Petroquímica**. Dada la dificultad que se presenta con la desagregación de la información, en particular para ramas como Alimentos, Bebidas y Tabaco, este criterio no se incluye en el apartado comparativo. En particular, no se puede desagregar la participación de cada subrama en las emisiones de la rama general, ante la falta de información desagregada y de consumo energético por subrama para poder atribuir las emisiones a cada una de ellas.

Es importante destacar que, el análisis aquí presentado en torno al impacto ambiental se limita solamente a las emisiones de GEI. Este aspecto se debe principalmente a que una de las motivaciones del PlanEEAr será contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y colaborar en el cumplimiento de las NDC de Argentina. En este sentido, la polución local (vertidos líquidos, residuos sólidos generados y no procesados, etc.), olores y ruidos, que es altamente relevante en el sector industrial, no es considerada en este estudio²⁵

4. RESULTADOS GENERALES

Si bien la priorización de subsectores y acciones específicas es una decisión política que depende de múltiples dimensiones y contexto que es más amplio que los criterios aquí incluidos, en base a los indicadores analizados para cada una de las ramas, y a fines de intentar colaborar en la selección de subsectores priorizados, se avanzó en la realización de una comparación. Este análisis se hizo en dos etapas.

En primer lugar, se presenta la siguiente tabla comparativa, en la cual se resumen todos los criterios analizados anteriormente, algunos en términos cualitativos y otros en términos cuantitativos.

²⁵ Este aspecto ha sido tratado en profundidad en SGAYDS, 2019. Desarrollo Productivo Industrial y su Potencial Impacto Ambiental. Versión 1.0. Buenos Aires, Agosto 2019. innovacion@ambiente.gob.ar.

Tabla 5: Tabla comparativa

| | Importancia / Prioridad (Consumo ramas evaluadas %) | Efecto Energético (Estructura del consumo energético) | Efecto Energético (potencial de residuos energéticos) | Efecto Energético (potencial de uso residuos fines productivo) | Potencial de Eficiencia Técnica | Factibilidad de Intervención | Relevancia Económica (% VAB total Industria) | Costos Energéticos | Factibilidad de Acceso a la tecnología | Efecto Ambiental | Efecto Energético (potencial de renovables)* |
|-----------------------|---|---|---|--|---------------------------------|------------------------------|--|--------------------|--|------------------|--|
| Hierro y Acero | 21 | EE: 22% - GN: 78% | MEDIO | ALTO | ALTA | ALTA | 6,93% | 30-40% | ALTA | MUY ALTA | ALTO |
| Aluminio | 17 | EE: 20% - GN: 80% | BAJO | ALTO | MEDIA | MUY ALTA | 0,92% | 25-30% | ALTA | ALTA | ALTO |
| Cemento | 12 | EE: 11% - GN: 77% - REN: 12% | MEDIO | MEDIO | ALTA | ALTA | 1,11% | 30-40% | ALTA | MUY ALTA | ALTO |
| Petroquímica | 9 | EE: 11% - GN: 89% | ALTO | ALTO | MEDIA | ALTA | 13,24% | 5-30% | ALTA | MUY ALTA | ALTO |
| Vidrio | 10 | EE: 8% - GN: 92% | BAJO | ALTO | BAJA | ALTA | 0,73% | 30-40% | MEDIA | BAJA | ALTO |
| Aceite | 10 | EE: 14% - GN: 69% | ALTO | ALTO | MEDIA | ALTA | 3,33% | 14-40% | ALTA | MEDIA | MEDIO |
| Frigoríficos | 3 | EE: 52% - GN: 48% | ALTO | ALTO | BAJA | MEDIA | 2,10% | 2-7% | MEDIA | MEDIA | ALTO |
| Ingenios | 7 | GN: 24% - REN: 76% | ALTO | ALTO | MEDIA | MEDIA ALTA | 0,61% | 8-% | MEDIA | MEDIA | ALTO |
| Lácteos | 2 | EE: 25% - GN: 75% | ALTO | BAJO | BAJA | MEDIA ALTA | 2,12% | 5,5-28% | MEDIA | MEDIA | ALTO |
| Papel | 2 | EE: 14% - GN: 26% - REN: 51% | ALTO | ALTO | ALTA | ALTA | 4,17% | 13-20% | ALTA | BAJA | ALTO |
| Cerámica Roja | 1 | EE: 10% - GN: 90% | BAJO | MEDIO | BAJA | MEDIA ALTA | 0,82% | 30-% | MEDIA | BAJA | MEDIO |
| Cerveza | 1 | EE: 28% - GN: 72% | BAJO | BAJO | BAJA | ALTA | 0,87% | 5-% | MEDIA | BAJA | ALTO |
| Automotriz | 1 | EE: 52% - GN: 48% | BAJO | ALTO | BAJA | ALTA | 1,58% | 5.4-6% | ALTA | MEDIA | ALTO |
| Metalmecánica | 2 | EE: 69% - GN: 31% | BAJO | ALTO | BAJA | MEDIA | 9,54% | 2- 5 - 7 % | MEDIA | ALTA | ALTO |



| | Importancia / Prioridad (Consumo ramas evaluadas %) | Efecto Energético (Estructura del consumo energético) | Efecto Energético (potencial de residuos energéticos) | Efecto Energético (potencial de uso residuos fines productivo) | Potencial de Eficiencia Técnica | Factibilidad de Intervención | Relevancia Económica (% VAB total Industria) | Costos Energéticos | Factibilidad de Acceso a la tecnología | Efecto Ambiental | Efecto Energético (potencial de renovables)* |
|---------------|---|---|---|--|---------------------------------|------------------------------|--|--------------------|--|------------------|--|
| Textil | 2 | EE: 60% - GN: 40% | BAJO | ALTO | BAJA | BAJA | 4,86% | 15-20% | MEDIA | BAJA | ALTO |
| Madera | 1 | EE: 16% - GN: 9% - REN: 76% | ALTO | ALTO | BAJA | BAJA | 2,04% | 5-20% | MEDIA | BAJA | ALTO |

Fuente: Elaboración Propia en base a la información presentada anteriormente.

Notas:

EE: Energía Eléctrica

GN: Gas Natural

REN: Renovables

En segundo lugar, se consideró que una representación gráfica, tipo telaraña, sería una información que contribuiría a visualizar de una forma más clara la importancia de cada subsector considerando la multidimensionalidad del análisis.

El primer paso para poder avanzar en la comparativa de ramas fue la conversión de criterios cualitativos a criterios cuantitativos y la normalización de los mismos, para poder realizar el análisis en una misma escala, manteniendo la distancia relativa entre los criterios.

Siguiendo a Corrigan et al. (2014) las variables seleccionadas para cada indicador se transforman en una escala de 1 a 5 (siendo 5 el valor más deseado o propicio para los objetivos propuestos), utilizando una transformación min-max para preservar la distancia entre los puntajes. Los valores máximos y mínimos de la muestra son respectivamente la puntuación más alta y más baja para cada criterio entre las ramas bajo análisis.

En este sentido, fue necesario definir, para cada criterio cual sería el aspecto “deseable” en términos de aporte a la política de eficiencia energética. Así, por ejemplo, para el criterio de Costos lo deseable sería una elevada participación pues eso ayuda a que las empresas tengan incentivos para implementar acciones de EE

$$C_{\text{criterio } y}^{\text{RAMA } x} = 4 \times \left(\frac{\text{Valor Criterio } y \text{ en Rama } x - \text{Valor mín del Criterio } y}{\text{Valor máx del Criterio } y - \text{Valor mín del Criterio } y} \right) + 1$$

Este tipo de normalización se realiza para cada uno de los criterios, en cada una de las ramas, de forma de que todos los valores se encuentran en la escala 1-5.

Dada la complejidad, algunos criterios no fue posible convertirlos y han quedado (en principio) fuera del análisis, tal es el caso del criterio ambiental y del criterio de relevancia energética. En el primero de los casos, la dificultad proviene de la imposibilidad de asignar emisiones a las ramas bajo estudio con el nivel de desagregación determinado (recordando que en los inventarios nacionales se encuentran las emisiones agregadas en grandes ramas industriales). Sin embargo, las ramas que han resultado como las de mayor cobertura son las que fueran indicadas en el criterio ambiental como responsables de la mayor proporción de emisiones de la Industria Manufacturera y de la Construcción.

En el segundo de los casos, la complejidad consiste en definir qué es lo que sería más “deseable” respecto a la matriz energética de cada rama, y la posibilidad real de alcanzar este objetivo. Este aspecto fue mencionado y abordado en la descripción del criterio. Sin embargo, este aspecto ha sido relevado en tabla 5.

Adicionalmente, es importante remarcar que este análisis de criterios múltiples en esta instancia ha sido realizado sin “ponderar” ningún criterio. Es decir, sobre el supuesto de que todos los criterios podrían tener igual relevancia para la política, cosa que claramente podría no ser así. Si por ejemplo la SE designara que algún criterio es de mayor relevancia para la priorización, por caso el de Importancia, entonces debería ponderarse dicho criterio en el análisis para resaltar su importancia relativa.

Los resultados obtenidos se presentan en las figuras a continuación. Cada rodograma presenta seis criterios analizados en cada una de las ramas, cuanto mayor sea la cobertura del rodograma, la rama debería ser considerada prioritaria para el PlanEEAr. **Las principales ramas/productos en este sentido podrían ser: Hierro y Acero, Aluminio, Cemento, Petroquímica, seguidas por Aceite y Papel.**



Figura 9 Rodogramas de las distintas ramas de la industria manufacturera





Fuente: Elaboración propia



5. COMENTARIOS FINALES

El objetivo de este documento ha sido colaborar a la elaboración del PlanEEAr, resumiendo los análisis realizados en la fase de diagnóstico, para contribuir al paso 2 de la metodología mostrada en la **Figura 1**. La selección de ramas (o productos) industriales ha sido realizada mediante el análisis de diferentes criterios consensuados entre el grupo de expertos y la Secretaria de Energía como beneficiario del trabajo. Es claro que la definición y aplicación de criterios tiene por objeto identificar cuáles serían las ramas que presentan mayores oportunidades o interés para la implementación de líneas estratégicas e instrumentos de políticas públicas de intervención.

En el análisis presentado en la sección anterior se estudiaron los distintos criterios en términos cualitativos y gráficos, pero sin dar mayor relevancia a un criterio por sobre el otro. No obstante, si se definen algunos criterios como más relevantes que otros, sería posible realizar otro tipo de priorización.

En tal sentido, para cada uno de los criterios es posible establecer un ranking. Si bien dicho ranking no podría arribar a un ordenamiento absoluto (para ello sería necesario una ponderación de los criterios tal como se ha mencionado), puede ayudar para identificar donde se encuentran las principales barreras y donde poner el acento en las líneas estratégicas y los instrumentos.

Tal fue el objetivo de la **Tabla 5** que presenta, en forma cualitativa, las oportunidades que ofrece cada uno de los criterios, de acuerdo a la información a la que se ha tenido acceso.

Considerando el objetivo perseguido por el proyecto, a consideración de los autores de este documento, los criterios que podrían considerarse los más relevantes, a los fines de identificar los subsectores prioritarios o en los que podría ponerse el acento en la definición de políticas se presentan en la **Tabla 6: Importancia / Prioridad; Potencial de Eficiencia Técnica; Costos Energéticos; Factibilidad Tecnológica**.

La siguiente tabla presenta ordenadas por importancia (cuando es posible) las diferentes ramas/productos. Se presentan en cada criterio las que tienen valores más altos cuando el criterio es cuantitativo (ejemplo Importancia / Prioridad y Costos Energéticos), y las que figuran como categorizadas ALTA o MUY ALTA en los criterios cualitativos (ejemplo Potencial de Eficiencia Técnica y Factibilidad Tecnológica). Se presentan en la tabla en azul las ramas que cumplen los cuatro criterios, y en verde las que cumplen solo tres de ellos.

Tabla 6: Tabla comparativa con los criterios seleccionados

| IMPORTANCIA / PRIORIDAD | POTENCIAL DE EFICIENCIA TÉCNICA | COSTOS ENERGÉTICOS | FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Hierro y Acero ■ Aluminio ■ Cemento ■ Petroquímica ■ Vidrio ■ Aceite | <ul style="list-style-type: none"> ■ Hierro y Acero ■ Cemento ■ Papel | <ul style="list-style-type: none"> ■ Hierro y Acero ■ Aceite ■ Cemento ■ Aluminio ■ Petroquímica ■ Vidrio ■ Cerámica Roja | <ul style="list-style-type: none"> ■ Hierro y Acero ■ Aluminio ■ Cemento ■ Petroquímica ■ Aceite ■ Papel ■ Automotriz |

Fuente: Elaboración propia en base a las tablas presentadas anteriormente

De acuerdo a los cuatro criterios priorizados, las **siguientes ramas/productos resultan de importancia en todos ellos: Hierro y Acero y Cemento**. Mientras que, **siguiendo tres criterios**



(Importancia, Costos energéticos y Factibilidad Tecnológica), se agrega, además de las anteriores: Aluminio, Petroquímica y Aceite. Finalmente, cumpliendo solo dos criterios, Vidrio y Papel.

Finalmente, siguiendo entonces los dos enfoques presentados para la priorización de ramas y/o rubros industriales, las ramas/productos que pueden ser considerados como prioritarios para el PlanEEAr serían los siguientes determinados en las tres categorías de relevancia:

4. Hierro y Acero y Cemento;
5. Aluminio y Petroquímica;
6. Aceite y Papel.



ANEXO

i. Acerca de la información disponible

De acuerdo a la metodología de elaboración de un Plan de políticas públicas, cualquiera sea el sector, se reconoce la necesidad de un conjunto de herramientas que incluyen: sistema de información, escenarios, prospectiva y modelos.

En tal sentido, una de las condiciones habilitantes que ha enfrentado este análisis es la carencia, limitación o incertidumbre de datos, tanto energéticos como económicos y de procesos y tecnológicos. Los mismos han podido ser salvados, parcialmente, a través de bibliografía, informantes calificados y los propios actores de la industria manufacturera.

Sin embargo, es pertinente especificar cuáles han sido tales limitaciones y como han influido sobre el análisis de las ramas industriales, la aplicación de los criterios y la jerarquización que permita una adecuada implementación de acciones costo efectivas para alcanzar los resultados esperados de la propuesta del PLANEAAR.

ii. Con respecto a la estimación de los consumos de energía

- ❖ Los consumos energéticos por planta identificados en este estudio corresponden principalmente a empresas muy grandes y grandes y a las fuentes comerciales que se distribuyen por redes (gas natural y electricidad).
- ❖ Es probable, como ya se indicó que otras fuentes estén sub-representadas en el total del consumo neto (biomasas, residuos industriales, derivados de petróleo, etc.), conduciendo a una subestimación del consumo total y específico. Sin embargo, cuando fue posible, se incluyó una estimación de las mismas.
- ❖ Los niveles de producción de bienes finales o intermedios por empresa, en general, poseen un elevado rango de incertidumbre o no están disponibles.
- ❖ Se asume que las empresas incluidas son representativas de los procesos productivos de cada rama y poseen ciertas similitudes tecnológicas.

En definitiva, se está suponiendo que la intensidad energética de las empresas sin datos (posiblemente de menor tamaño relativo) es similar a la de las entidades con datos disponibles. La existencia de economías de escala (menor costo ante mayor tamaño de planta), distintas tecnologías de producción, no disponibilidad de fuentes (ej. ausencia de acceso a Gas Natural en el noreste argentino) entre otras características, puede relativizar esta simplificación considerada.

iii. En cuanto al uso de concepto de Benchmark

Algunas de los aspectos que limitan la aplicación de los niveles de benchmark de consumo específico como base para estimar los potenciales de ahorro en determinadas plantas, empresas y/o ramas de actividad industrial son:

- ❖ Se requiere buena calidad de información acerca del proceso productivo, los insumos y productos para que los resultados sean comparables y de utilidad para el proceso de diagnóstico y mejora de la eficiencia energética. Los límites de los sistemas a comparar deben ser similares. La metodología puede ser difícil de aplicar e imprecisa cuando existe una



diversidad de insumos y/o productos y/o procesos (e.g. industria láctea, frigoríficos, ensamble de automóviles, etc.). La información es fragmentada en el caso de la Argentina.

- ❖ Se requiere buena calidad de información acerca de los consumos energéticos por fuente y del nivel físico de producción para poder hacer una estimación adecuada del consumo específico. Estos datos poseen en general un alto nivel de incertidumbre en el caso de la Argentina, especialmente en el nivel de producción por planta/empresa/rama industrial.
- ❖ Los consumos específicos de energía son dependientes del nivel de capacidad ociosa, e incluso del tamaño de planta (pyme versus grandes empresas) pudiendo ser coyunturalmente más elevados cuanto mayor es la capacidad ociosa debido a economías de escala en el uso de equipamiento energético y a la necesidad de mantener consumos de base que son independientes del nivel de producción. Esto puede conducir a una sobrestimación del potencial de ahorro estructural cuando la capacidad ociosa es elevada.
- ❖ Los consumos específicos son dependientes del tipo de fuentes energéticas utilizadas por diferencias en la eficiencia de conversión y la necesidad de acondicionamiento de las materias primas energéticas (e.g. biomasas, residuos industriales, etc.). Por lo tanto, la facilidad de acceso a determinadas fuentes y los costos de los energéticos pueden afectar el consumo específico. De modo similar la propia fuente – ej gas natural - puede directamente no estar disponible para una planta industrial a la que se le aplica el benchmark. El aprovechamiento de ciertos residuos industriales puede impactar negativamente sobre los consumos específicos, pero resultar positivo cuando se amplía el sistema de análisis y se incluye la disposición de residuos y los impactos asociados.
- ❖ Los consumos energéticos por planta identificados en este estudio corresponden principalmente a las fuentes comerciales que se distribuyen por redes (gas natural y electricidad). Es probable que otras fuentes estén subrepresentadas en el total del consumo neto (biomasas, residuos industriales, derivados de petróleo, etc.), conduciendo a una subestimación del consumo específico
- ❖ La cogeneración de energía que se exporta puede generar distorsiones en el consumo específico, el cual no reflejará el consumo neto al interior de la planta industrial. Por ejemplo, un ingenio que aprovecha sus turbogeneradores para generar electricidad en base a gas natural y exportarla a la red.
- ❖ Existen situaciones de difícil comparación con niveles de benchmark como ser las plantas industriales que integran diversas actividades industriales y productos intercambiando flujos de energía (e.g. aprovechamiento de vapor y recursos energéticos de otras actividades). Tal puede ser el caso de un ingenio azucarero que tenga integrada una fábrica de pulpa y papel en base a bagazo.
- ❖ Existe una diversidad de criterios para establecer niveles de benchmark contra los cuales realizar una comparación de consumo específico, no existiendo un valor único y estático de referencia que pueda considerarse correcto. Adicionalmente, algunos niveles de benchmark carecen de información asociada sobre la forma en la cual fueron calculados y otras consideraciones relevantes a la hora de comparar consumos específicos. Por lo tanto, el benchmarking de eficiencia energética puede considerarse como una primera aproximación a la estimación del ahorro energético potencial, el cual ayuda a priorizar acciones y poner el foco en determinadas ramas industriales y empresas. Este análisis general debe ser complementado con estudios más específicos y detallados a nivel de cada rama y planta industrial.



REFERENCIAS

Bouille, D.; Carpio, C.; Di Sbroiavacca; Dubrovsky, H.; Nadal, G.; Lallana, F.; Landaveri, R.; Pistonesi, H.; Plauchú, J.; Recalde, M.; Soria, R. 2018. Propuesta de Instrumentos para facilitar medidas de eficiencia energética en el sector industrial de México. GIZ- Conuee-SENER. Disponible en <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/propuesta-de-instrumentos-para-facilitar-medidas-de-eficiencia-energetica-en-el-sector-industrial-de-mexico>

Bouille, D.; Recalde, M., Di Sbroiavacca, N.; Dubrovsky, H.; Ruchansky, B. 2019. GUIA METODOLOGICA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ARGENTINA (PlanEEAr). Proyecto de Eficiencia Energética Argentina. GFA Consulting Group. Disponible en: <https://www.eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php>

INDEC. 20065. Censo Nacional Económico 2004/2005. Disponible en: https://sitioanterior.indec.gob.ar/cne2005_index.asp

OLADE/CEPAL/GIZ. 2003. Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: guía para la formulación de políticas energéticas. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/27838-energia-desarrollo-sustentable-america-latina-caribe-guia-la-formulacion>

SGAyDS. 2019a. Tercer Informe Bial de Actualización de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/que-es-el-cambio-climatico/tercer-informe-bial-de-actualizacion>

SGAyDS. 2019b. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina-2019 / - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019. 40 p. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf>

SGAyDS, 2019. Desarrollo Productivo Industrial y su Potencial Impacto Ambiental. Versión 1.0. Buenos Aires, Agosto 2019. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20190822_sayds-desarrollo_productivo_impacto_ambiental-version_web.pdf.

The U.S. Department of Energy (DOE)'s Advanced Manufacturing Office (AMO).2017.



eficienciaenergetica.net.ar

info@eficienciaenergetica.net.ar

Proyecto financiado por
la Unión Europea

