



Balance de Energía Útil
Argentina 2022

Balance de Energía útil

Argentina 2022

Secretario de Energía

Dr. Eduardo Javier Rodríguez Chirillo

**Subsecretaria de Transición y
Planeamiento Energético**

Mg. Ing. Mariela Beljansky

Director de Información Energética

Lic. Tomás Garavaglia

Equipo de Trabajo

Mg. Ing. Pablo O. Ronco

Mg. Ing. L. Javier Barrionuevo

Lic. Joaquín A. Perez Torres

Lic. Ignacio Irachet

Dr. Hugo D'Angelo

Lic. Luis Giussani



**Secretaría
de Energía**
Ministerio de Economía

**Subsecretaría de Transición y
Planeamiento Energético**

Contenido

Introducción.....	- 5 -
Balance de energía Útil	- 6 -
Centros de transformación.....	- 7 -
Metodología de trabajo.....	- 8 -
Cronograma de tareas	- 9 -
Descripción de los cuadros del Balance de Energía Útil	- 9 -
Distribución geográfica.....	- 10 -
Desarrollo.....	- 11 -
Sector Transporte	- 12 -
Sector Transporte Automotor	- 12 -
Sector Transporte Aéreo.....	- 15 -
Sector Transporte Marítimo	- 16 -
Sector Transporte Ferroviario	- 17 -
Balance del Sector Transporte.....	- 18 -
Sector Agropecuario	- 20 -
Sector Pecuario	- 21 -
Bovinos.....	- 21 -
Aviar.....	- 23 -
Porcinos	- 23 -
Sector Forestal	- 24 -
Sector Pesca.....	- 24 -
Sector Agrícola	- 25 -
Cereales	- 25 -
Oleaginosas	- 25 -
Industriales	- 26 -
Hortalizas.....	- 27 -
Forrajeras.....	- 28 -
Frutales.....	- 28 -
Riego.....	- 29 -
Balance del Sector Agropecuario.....	- 30 -
Sector Residencial.....	- 31 -
Cálculo de la cantidad de hogares.....	- 31 -
Calefacción del hogar	- 33 -
Cocción de Alimentos	- 36 -
Calentamiento de agua.....	- 37 -
Conservación de Alimentos.....	- 39 -
Refrigeración del Hogar	- 40 -
Iluminación	- 41 -
Otros Usos	- 43 -
Balance del Sector Residencial	- 44 -
Sector Comercial y Público	- 46 -
Alumbrado Público.....	- 46 -
Agua Potable y Saneamiento	- 47 -
Hospitales y servicios de salud.....	- 49 -
Establecimientos Educativos	- 50 -
Hotelería.....	- 52 -
Comercio Minorista.....	- 56 -
Balance del Sector Comercial y Público	- 58 -
Industria	- 60 -
Minería	- 60 -
Textiles y confecciones	- 61 -
Automotriz y autopartes	- 63 -
Madera y productos de madera	- 65 -
Papel y productos de Papel.....	- 67 -
Maquinaria y equipos.....	- 68 -

Metales no ferrosos - Aluminio	- 70 -
Cemento, vidrio y cerámica roja.....	- 72 -
Metales Ferrosos - Siderurgia	- 75 -
Alimentos y Bebidas.....	- 77 -
Química y Petroquímica.....	- 83 -
Balance del Sector Industria.....	- 85 -
Conclusiones.....	- 87 -
Análisis de los resultados.....	- 87 -
Fuentes de datos y metodología utilizada	- 90 -
Recomendaciones y próximos pasos a seguir	- 93 -
Anexos	- 93 -
Bombas de Calor – Acondicionamiento de Aire	- 93 -
Cálculo del Parque Automotor por tipo de Energía consumida.....	- 95 -
Criterios utilizados para excluir los vehículos especiales del estudio del sector terrestre.....	- 97 -
Poder Calorífico Inferior de los principales recursos energéticos.....	- 99 -
Sector Residencial – Calefacción	- 101 -
Sector Residencial – Cocción.....	- 102 -
Sector Residencial – Calentamiento de Agua.....	- 103 -
Sector Residencial – Conservación de Alimentos.....	- 105 -
Sector Residencial – Refrigeración del Hogar	- 107 -
Sector Residencial – Iluminación.....	- 108 -
Sector Residencial – Otros Usos.....	- 109 -
Fuentes de información consultadas	- 112 -

Introducción

Los balances energéticos son una herramienta clave para la planificación, donde el objetivo final es conocer los sectores que demandan energía, tales como: consumo en la producción de bienes y servicios, movilidad, cocción, iluminación, entre otros. Esta información es fundamental para conocer la evolución de la demanda a futuro.

No obstante, con el grado de detalle que se requiere enfocar políticas energéticas, resulta necesario ir más allá del consumo final de energía, con el objetivo de analizar los aspectos que alcanza la eficiencia energética, sustitución de fuentes, análisis y proyección de la demanda, etc.

Todo esto requiere el relevamiento de información de consumo por subsectores, usos y tecnologías; en este sentido, el balance de energía útil proporciona un conocimiento más profundo de los requerimientos energéticos y la eficiencia en cada una de las etapas de las cadenas de abastecimiento, incluyendo los equipos de consumo, permitiendo analizar las posibilidades de sustitución de fuentes y tecnologías, con base en parámetros como eficiencia en la disposición de recursos, rendimientos, factores de emisión de Gases de Efecto Invernadero, etc.

Con esta finalidad, el Decreto 293/2024, modificatorio del Decreto 50/2019, al especificar las competencias y responsabilidades de cada subsecretaría de la Secretaría de Energía de la Nación establece que la Subsecretaría de Transición y Planeamiento Energético será responsable de:

10. Intervenir en la recolección de datos del sector energético y en la elaboración del Balance Energético Nacional (BEN) y el Balance de Energía Útil (BEU).

El presente documento, establece una metodología y una desagregación de las energías involucradas en los distintos sectores de la economía. Se toma como año base el año 2022 y se trabaja mayormente con información secundaria para los usos y rendimientos.

Balance de energía Útil

El balance de la energía útil (BEU) es la contabilización de los flujos energéticos, considerando el poder calorífico inferior de las fuentes de energía, desde el suministro primario hasta la energía útil recuperada por el consumidor final a la salida de sus aparatos de consumo (servicio energético), surgiendo de esta manera las pérdidas sufridas en las diferentes fases de la cadena energética (producción, transporte, transformación y uso). A partir de esta información se pueden identificar los recursos que están puestos en juego en cada etapa para luego analizar la posibilidad de evitar los malos usos. El BEU es un balance derivado del balance de la energía final y parte del detalle del consumo final energético que se especifica en el mismo

Esquema 1- Flujo Energético



Fuente: OLADE – Elaboración propia

Existen situaciones especiales en las cuales el usuario consume en forma directa la energía primaria sin que haya sufrido un proceso de transformación, transporte o distribución como, por ejemplo, los calefones solares o el uso de leña en cocción.

El Balance de Energía útil se realiza para cada sector de consumo y se construye en forma de cuadro donde figura la cantidad de energía consumida y la energía que ha servido al fin propuesto calculada a partir de los artefactos utilizados para su uso y el rendimiento de estos artefactos. Por ejemplo, la energía entregada a un equipo de iluminación se compara con la energía lumínica efectivamente generada.

Para poder realizar estos análisis en primera medida se debe separar el consumo en los grandes sectores de la sociedad. Los sectores principales que se van a analizar son Residencial, Comercial y Público, Transporte, Agropecuario e Industria.

El sector Residencial se compone de todos los espacios físicos (viviendas) donde habitan los ciudadanos del país. Estas viviendas pueden estar abastecidas o no de agua, electricidad y gas natural, u otro tipo de combustible, dependiendo de la región donde se encuentren. Pueden estar agrupadas en grandes conglomerados (ciudades) o aisladas en pequeños establecimientos rurales. Finalmente, dependiendo del nivel económico de los ocupantes pueden disponer de diferentes tipos de artefactos para satisfacer sus demandas de energía. Por lo tanto, para analizar el sector se debe realizar en una primera medida la separación entre lo urbano y lo rural, luego la división en sectores de nivel de ingreso Alto, Medio y Bajo.

El sector Comercial y Público es un sector que agrupa un conjunto variado de actividades. Para realizar el análisis de energía, éste lo dividimos en Comercio propiamente dicho, Organismos oficiales, Establecimientos Educativos, Establecimientos de Salud, Alumbrado Público y Abastecimiento de Agua.

Esquema 2 – Sectores y Subsectores de Demanda del Balance Energético

SECTOR	SUBSECTOR	SECTOR	SUBSECTOR
RESIDENCIAL	URBANO	AGROPECUARIO	AGRICOLA
	RURAL		GANADERO
TRANSPORTE	AUTOMOTOR		PESCA
	FERROVIARIO	FORESTAL	
	AEREO	INDUSTRIA	HIERRO Y ACERO
MARITIMO	METALES NO FERROSOS		
COMERCIAL Y PUBLICO	COMERCIO		MINERALES NO METALICOS
	ORGANISMO OFICIALES		QUIMICA Y PETROQUIMICA
	ESCUELAS		EQUIP. PARA TRANSPORTE
	HOSPITALES		MAQUINARIA
ALUMBRADO PUBLICO	MINERIA Y CANTERAS		
ABASTECIMIENTO DE AGUA	PRODUCTOS DE MADERA		
		TEXTILES	

Fuente: Elaboración propia

El sector Transporte se divide en los modos Terrestre, Aéreo y Marítimo y dentro del sector Terrestre se establece Ferrocarril y Automotor. A su vez el sector Automotor se divide en automóviles particulares, vehículos livianos, camiones y ómnibus. Por su parte, los sectores Aéreo y Marítimo se dividen en Internacionales y de Cabotaje. Esta división es al fin de no considerar los consumos internacionales porque no corresponden al sector de consumo final sino al Bunker Internacional.

El sector Agropecuario se divide en Agricultura, Ganadería, Pesca y Forestal. En este sector juega un papel importante la energía eléctrica que se utiliza para el riego de los cultivos.

Finalmente, el Sector Industrial se divide en grupos económicos sin llegar a la subdivisión establecida por el CIU (Clasificación Internacional Industrial Uniforme) dado que no se dispone de datos a ese nivel de detalle. Se van a analizar los grupos Hierro y Acero, Metales no Ferrosos, Metales no Metálicos, Química y Petroquímica, Equipamiento para Transporte, Maquinaria, Minería y Canteras, Alimentos y Bebidas, Papel e Impresión, Madera y Productos de Madera y Textiles.

Con respecto a los recursos energéticos se considera el gas natural, electricidad, gas licuado de petróleo, gasoil, fueloil, kerosene y aerokerosene, carbón mineral, leña, carbón de leña y otros productos primarios. Con respecto a los usos se considera iluminación, acondicionamiento ambiental, cocción, calentamiento de agua, generación de calor, generación de vapor, accionamiento de motores y conservación de alimentos. Cada uno de estos usos puede considerar distintos artefactos con tecnologías y rendimientos diferentes que serán obtenidos de fuentes secundarias mayoritariamente.

Centros de transformación

El Balance de energía útil también expone en forma resumida la estructura de los centros de transformación, sus pérdidas y consumos propios. Los centros considerados son las centrales de generación eléctrica, plantas de tratamiento de gas, refinerías, aceiteras y destilerías, carboneras, coquerías y altos hornos.

Las centrales de generación eléctrica se componen, en general, de alternadores impulsados por turbinas por el efecto de corrientes de aire, agua, gases o motores de combustión interna. De acuerdo al tipo de energía aprovechada se clasifican en centrales Térmicas, Eólicas, Hidráulicas o Nucleares. Un renglón aparte ocupa las centrales solares fotovoltaicas que aprovechan la radiación solar para generar corriente

en las celdas que la componen. El rendimiento del parque de centrales de generación depende de la cantidad de centrales térmicas que existan dado que son las que tienen el menor rendimiento (salvo los ciclos combinados). Para el año que se está analizando, año 2022, el rendimiento del parque de generación eléctrica fue del 51% de acuerdo a lo calculado en el Balance Energético Nacional.¹

Las plantas de tratamiento de gas son estructuras donde se obtienen los componentes del Gas Natural que son el Etano, Propano, Butano, Gasolinas y algunos hidrocarburos livianos que al momento de la extracción se encuentran en estado gaseoso. De acuerdo a las metodologías internacionales (ONU, AIE, IRES, etc.) las plantas de tratamiento de gas se consideran procesos de separación por lo tanto no poseen pérdidas y se le asigna un rendimiento del 100% tal como lo indica el Balance Energético Nacional.

Las refinerías son estructuras sumamente complejas donde se obtienen todos los derivados del petróleo a partir del petróleo crudo. Además de los productos que se indican en el Balance Energético Nacional, también se producen una cantidad importante de productos intermedios e insumos para el sector petroquímico. Las refinerías tienen un rendimiento promedio del 93% de acuerdo a lo calculado en el Balance Energético Nacional.² Las aceiteras y destilerías son pequeñas plantas que reforman el aceite vegetal y los alcoholes vegetales para obtener los biocombustibles que luego serán mezclados con las naftas y el gasoil para el uso en el transporte. Las aceiteras y destilerías tienen un rendimiento del 96% de acuerdo a lo calculado en el Balance Energético Nacional.³

Las carboneras son los centros donde se forma el carbón vegetal a partir de la leña con un rendimiento típico del 68% de acuerdo a lo calculado en el Balance Energético Nacional.⁴ Las coquerías y altos hornos forman parte de la cadena siderúrgica donde, a partir del carbón mineral, en primer lugar, se obtiene el coque de carbón y luego en el alto horno se utiliza para la fundición del hierro. En el proceso se obtienen gases de bajo nivel calorífico que igualmente son reinyectados al quemador para su aprovechamiento. El rendimiento del conjunto es del 94% de acuerdo a lo calculado en el Balance Energético Nacional.⁵

Metodología de trabajo

El análisis y cálculo de la energía útil requiere información de calidad desde diferentes sectores, dispersa y diversa, junto a recursos profesionales altamente especializado en tratamientos estadísticos de datos, diseño de muestras y análisis de la información, indicadores de referencia, entre otros aspectos de relevancia

Si bien los datos globales de consumo energético son relativamente accesibles, al momento de tener que segmentar los mismos por subsectores la tarea es sumamente compleja debido a la indisponibilidad de información, por lo que se hace necesario

¹ Para el cálculo del rendimiento del parque de generación eléctrica (Centrales de Servicio Público y Autogeneradores), se compara la energía ingresada a estos centros de transformación (24.579 kTep en el año 2022) versus la cantidad de energía eléctrica generada (12.523 kTep en el año 2022) lo que indica un rendimiento del 51%.

² El rendimiento de las Refinerías se obtiene, al igual que en las centrales de generación, comparando la energía de entrada a la Refinería (25.086 kTep en nuestro caso) versus la salida de la misma (23.413 kTep) lo que da un 93%.

³ En el caso de Aceiteras y Destilerías el ingreso de Aceites y Alcoholes representa 2.376 kTep de los cuales se obtiene 2.287 kTep de Biodiesel y Bioetanol lo que significa un rendimiento del 96%.

⁴ De acuerdo a la FAO se necesitan 5 toneladas de leña para obtener 1 tonelada de carbón vegetal. En términos de energía se utilizan 334 kTep de leña y se obtienen 226 kTep de carbón vegetal lo que representa un 68%.

⁵ El proceso siderúrgico es complejo en términos de energía donde participan la coquería y el alto horno. Comparando el ingreso de energía (2.117 kTep) versus el egreso de la misma (1.995 kTep) se obtiene un rendimiento del 94%.

realizar estimaciones, acudir al juicio de expertos o a fuentes secundarias como Balances de Energía Útil de países vecinos.

Cronograma de tareas

El Balance de Energía Útil es un proyecto de alta complejidad, que hace necesario diagramar y respetar estrictamente una secuencia de tareas que se detallan a continuación.

- Conformación del grupo de profesionales afectados al proyecto y distribución de tareas y responsabilidades sobre el mismo.
- Evaluación y capacitación, de ser necesaria, de los conocimientos de los integrantes del grupo de trabajo sobre el contenido y significado del Balance de Energía Útil, así como de la estructura del sector energético nacional.
- Determinación de los sectores, subsectores, fuentes y usos que serán incorporados al Balance de Energía Útil. En esta etapa también se determina el año base sobre el que se realizara el Balance, tratando en lo posible que la información que se supone disponible se encuentre asociada al mismo o pueda ser proyectada.
- Recopilación, documentación y revisión de la información disponible de consumos energéticos tanto en forma global como subsectorial. Investigación y/o consulta de las posibles fuentes de información que permitan adquirir la información faltante. En esta etapa es importante la estricta documentación de la información que se está recopilando para permitir su trazabilidad a futuro así como programar acciones para mejorar la misma.
- Estudio y recopilación de las fuentes, usos y rendimientos de los distintos recursos y artefactos a partir del análisis de los distintos recursos disponibles como la Encuesta de Gastos de Hogares realizada por el INDEC, los parámetros incorporados al modelo LEAP para el diseño de los Escenarios Energéticos de mediano y largo plazo, los Diagnósticos de las empresas públicas y de principales industrias, Censos y Encuestas disponibles, Diagnósticos sectoriales de organismos representativos y toda la información académica que se pueda requerir cuidando la estricta documentación del origen para permitir la trazabilidad futura. En este apartado también será válida la consulta de los Balances de Energía Útil de los países vecinos, principalmente Brasil, Uruguay y Paraguay dada la similitud de las actividades económicas y los avances tecnológicos disponibles.
- A partir de la información recopilada se realiza la confección y ajuste de los cuadros, usos y rendimientos por fuente en cada sector analizado, así como el cálculo final de la energía útil.
- Como actividad final se procede a la documentación de los resultados y análisis de las fuentes de datos para su presentación a las autoridades y posterior publicación.

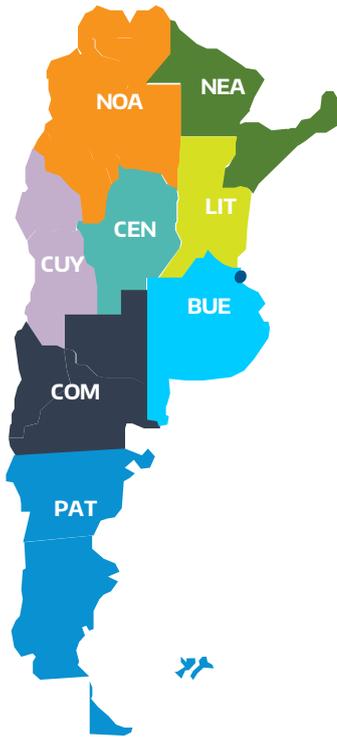
Descripción de los cuadros del Balance de Energía Útil

A lo largo del proceso de desarrollo del Balance de Energía Útil se presentan distintos cuadros que contienen información con los resultados que son obtenidos en cada etapa. El primer cuadro que se presenta es el consumo final de energía discriminado por tipo de energía y sector de consumo. Estos datos surgen del Balance Energético Nacional del año 2022 y servirán para contrastar la Energía Útil calculada y el rendimiento final. Una vez que se llega al valor de la energía útil del sector que se está analizando se presenta un cuadro donde se compara la energía final versus la energía útil calculada a partir del rendimiento. Si se analiza un sector, el cuadro muestra los subsectores o actividades que lo componen. De la misma manera se presenta un cuadro donde se muestra la energía final versus la energía útil pero discriminado por tipo de energía y por uso. Luego, todos estos cuadros pueden estar acompañados por gráficos para su mejor análisis o interpretación.

Distribución geográfica

Dadas las características climáticas y de estructura energética de las distintas regiones del país la distribución de la energía en los usos en cada subsector puede presentar diferencias, por lo tanto, los valores finales se obtienen a partir de aproximar previamente los valores regionales. Esta metodología se aplica principalmente al sector Residencial. A estos efectos, se consideran las regiones Buenos Aires, CABA⁶, Noreste, Litoral, Noroeste, Cuyo, Centro, Comahue y Patagonia con el siguiente agrupamiento y recursos.

Esquema 3 – Composición de las regiones



REGION	PROVINCIAS
Buenos Aires	Buenos Aires
	C.A.B.A.
Noreste (NEA)	Formosa
	Chaco
	Corrientes
	Misiones
Litoral	Santa Fe
	Entre Ríos
Noroeste (NOA)	Jujuy
	Salta
	Santiago del Estero
	Tucumán
	La Rioja
	Catamarca
Cuyo	Mendoza
	San Juan
Centro	Córdoba
	San Luis
Comahue	La Pampa
	Rio Negro
	Neuquén
Patagonia	Chubut
	Santa Cruz
	Tierra del Fuego

Fuente: Elaboración propia

En el próximo cuadro se indica la disponibilidad de cada tipo de recurso de energía para cada región, considerando que en la actualidad hay varias regiones que no tienen acceso a recursos como, por ejemplo, el gas natural. En el caso del Fueloil solo se considera la región Buenos Aires porque el resto de las regiones sumadas no alcanzan el 1% del total de acuerdo a los datos registrados en el Sistema SESCO de la Secretaría de Energía. En el caso de la energía solar solo se consideran las regiones donde se verifica la existencia de más de 30 usuarios de sistemas de generación distribuida. No se consideran los paneles fotovoltaicos aislados. Otros primarios se obtienen del informe de Autogeneradores incluido en el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2022.

Cuadro 1 – Disponibilidad de Recursos por región

⁶ En algunos casos especiales se considera el AMBA o Gran Buenos Aires debido a la imposibilidad de dividir la información entre la ciudad y la provincia.

	BA	NEA	LIT	NOA	CUY	CEN	COM	PAT
Recursos								
Gas Natural Distribuido								
Electricidad								
Gasoil/Naftas								
Fueloil								
Gas Licuado de Petróleo								
Leña/Carbón de Leña								
Carbón Mineral								
Energía Solar								
Otros Primarios								

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo

Para el cálculo del Balance de Energía Útil se toma como año base el año 2022, aunque algunos datos e información de estudios corresponden a años anteriores. Se considera que debido a la falta de actividad durante los años 2020 y 2021 no se produjeron grandes modificaciones en las estructuras y participación de consumos y la disponibilidad de recursos por sector y/o subsector, por lo que se mantiene la uniformidad y proporción de consumos. Los datos del consumo final energético por grandes sectores según el Balance Energético Nacional 2022 se muestran en el cuadro a continuación

Cuadro 2 – Consumo final Energético

Energía (kTep)	RESID	COMER	TRANS	AGRO	INDUS
Electricidad	4091	2734	22	107	3746
Gas Natural	9388	1021	1972		7516
Gas Licuado de Petróleo	1422	237		99	217
Motonafta			6586		
Kerosene/Aerokerosene	6		431		
Gasoil		117	7743	3754	117
Fueloil		13	18	25	38
Carbón Mineral					32
Leña	86	43			86
Bagazo					489
Carbón de Leña	135	90			
Bioetanol			570		
Biodiesel			636		

Fuente: Balance Energético Nacional 2022

Por último, se deben distribuir los consumos en los distintos subsectores y determinar el uso, consumo y eficiencia de los artefactos utilizados. Cada sector será analizado separadamente para luego combinar los resultados. Posteriormente, se presentarán las conclusiones, así como las alternativas futuras para mejorar tanto la calidad de la información como la metodología misma.

Sector Transporte

La estructura del sector se compone de tres grandes modos de transporte: Terrestre, Acuático y Aéreo. A su vez estos sectores contienen otros modos de transporte con características específicas.

El sector Aéreo puede ser Internacional o de Cabotaje. En ambos casos el combustible utilizado es Aerokerosene. Existe un consumo mínimo de Aeronaftas principalmente en avionetas o pequeños aviones privados de acuerdo al sistema SESCO de la Secretaría de Energía, pero no es considerado en el Balance Energético Nacional por lo tanto tampoco será considerado en este caso. El sector Acuático también puede dividirse en Cabotaje e Internacional. El transporte acuático de cabotaje de embarcaciones pequeñas suele ser impulsado con Gasoil en vez de Fueloil; el transporte internacional es impulsado por Fueloil o Mezclas IFO. En estos modos, Aéreo y Acuático o Marítimo, los transportes internacionales se registran como Bunker y no como consumo del sector Transporte. A los efectos del balance de energía útil solo se considerarán los consumos de cabotaje.

El sector Terrestre se divide en los sectores Tranviario y Automotor. El sector Tranviario consiste en los Ferrocarriles, Troles y Subtes. Los primeros pueden ser alimentados con Gasoil o poseer tendido eléctrico, los segundos, Troles y Subtes, son alimentados por electricidad. En el caso del sector Automotor se distinguen cuatro sectores formados por los Automóviles, los vehículos Livianos, los Ómnibus y los Camiones. Los automóviles pueden ser impulsados por, al menos, tres combustibles diferentes a saber: nafta, gasoil o gas natural comprimido. Los vehículos livianos, camionetas, combis y vehículos de carga de hasta 3.5 toneladas se impulsan a gasoil o a nafta. Los camiones y los ómnibus son impulsados a gasoil.⁷

A pesar de la complejidad aparente estamos excluyendo varios modos de transporte en el análisis como las motocicletas y monopatines, navegación deportiva, avionetas de pasajeros y carga. También se omiten en el cuadro las unidades de transporte de uso oficial en la administración pública, fuerzas armadas, fuerzas de seguridad, etc.⁸ Así como usos especiales como taxi y remises. Estas clasificaciones afectan la cantidad de kilómetros que recorre el vehículo anualmente. De la misma manera no distinguimos entre los ómnibus de servicio local frente a los inter jurisdiccionales. Todo esto conjunto se encuentra en el orden del 1% del total del parque por esto es posible descartarlo en esta etapa.

Sector Transporte Automotor

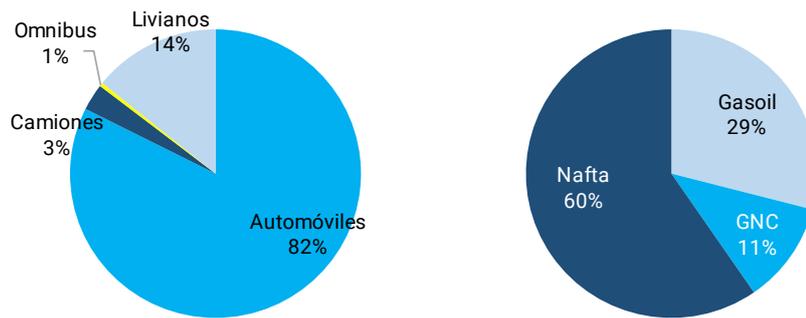
El sector de transporte automotor es, sin lugar a dudas, el sector más difícil de analizar por sus características. En principio se divide en cuatro grandes grupos: los automóviles particulares, los vehículos livianos (hasta 3.5 tn de carga), los camiones y los ómnibus.⁹ El primer desafío consiste en determinar el parque automotor circulante, la cantidad de vehículos de cada tipo y su motorización: Nafta, GNC o Gasoil.

Gráfico 1 – Parque Automotor Circulante

⁷ Hacemos la salvedad de que al menos existe cierta cantidad de variantes en los combustibles porque se está desarrollando el proceso que permite la existencia de motores 100% biodiesel y eléctricos, tanto en pequeños rodados como en camiones y ómnibus.

⁸ En el Anexo del presente documento se puede observar las características de estos vehículos y su cantidad.

⁹ Ya se aclaró que se excluyen de este análisis los vehículos oficiales y taxis.



Fuente: Elaboración propia en base a AFAC y ADEFA

Esta Información se obtiene utilizando los datos publicados por ADEFA¹⁰ (Asociación de Fabricantes de Automotores), AFAC¹¹ (Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes) y ENARGAS¹² aplicando la metodología que se encuentra descrita en el Anexo al presente documento.¹³

Para obtener el consumo se necesita, además del parque, el kilometraje medio anual y el consumo específico. El kilometraje medio anual depende de una cantidad de factores tanto endógenos como exógenos (antigüedad del vehículo, terreno, uso, motorización, entre otros).

Como se plantea un modelo simplificado que permita mejorar la calidad de la información de los balances energéticos se obtuvo empíricamente el kilometraje medio para cada tipo de transporte y tipo de combustible de manera que coincida con el total de ventas de cada tipo de combustible.

Se ve que el modelo tiende a seguir las variaciones del PBI con menor recorrido de los automotores cuando este disminuye y un brusco descenso en el año 2020 justificable por el ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio) durante la pandemia COVID.

Para todo este estudio se utilizó una serie de PBI con un encadenado Fisher hasta 2015 y los valores indicados por el INDEC a partir de 2016.¹⁴

Cuadro 3 – Kilometraje medio, consumo específico y total

¹⁰ <http://www.adefa.org.ar/es/estadisticas-anuarios>

¹¹ <http://www.afac.org.ar/#>

¹² <https://www.enargas.gov.ar/secciones/gas-natural-comprimido/estadisticas.php>

¹³ Cálculo del Parque Automotor por tipo de Energía consumida

¹⁴ bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/docin/docin_picna_01 y Susana Kidyba, Luis Suarez 2017 UBA - Programa investigación cuentas nacionales

VEHICULOS	COMBUSTIBLE	Km/año	Litros/km	Consumo (m3)
Automóviles	Gasoil	10000	0.07	1,503,079
	GNC	15000	0.08	2,318,659
	Nafta	11000	0.09	8,474,746
Camiones	Gasoil	28000	0.3	5,053,047
Omnibus	Gasoil	20500	0.35	441,424
Livianos	Gasoil	14000	0.13	3,117,622
	Nafta	14000	0.13	779,405

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se muestra el kilometraje medio anual y el consumo específico de combustible para cada grupo del sector. El sistema estadístico de la subsecretaría de combustibles (SESCO)¹⁵ nos permite obtener los volúmenes de venta de Gasoil y Naftas a los sectores público y transporte. Si comparamos el valor obtenido de consumo de naftas en nuestro modelo simplificado (9.254.151 m³) contra los valores informados en SESCO (9.184.001 m³) nos indica una diferencia del 1%. En el caso del gasoil nuestro modelo arroja un valor de 10.115.171 m³ contra 10.192.269 m³ lo que significa un error del -1%. El modelo aplicado a toda la serie desde el año 2016 al 2022 se mantiene con un error que nunca supera el 3%.

Se debe acotar que de los valores leídos de las bases de dato SESCO tomamos el 95% porque se supone que un 5% del volumen, a pesar de que se venda por el canal “al público” tenga otro destino como comercio o industria. Si comparamos contra los datos indicados en el Balance Energético Nacional la diferencia alcanza el 3% pero se debe recordar que los valores de Balance surgen de una distribución por coeficientes históricos por lo tanto no le quitan validez a nuestro modelo. Además, se debe tener en cuenta que en el balance se encuentran separados la nafta y el gasoil de los biocombustibles, pero en nuestro análisis ya trabajamos con la mezcla por lo tanto se deben sumar antes de realizar la comparación.

Finalmente, la eficiencia de los motores se encuentra en el orden del 44% para motorización diésel, 28% para motores nafteros y 34% para motores GNC.¹⁶ Por lo tanto, la relación entre la energía consumida y la energía útil se muestra en el siguiente cuadro en el cual se indican los consumos de cada subsector convertidos a unidades de energía, en este caso miles de toneladas de petróleo (kTep), para lo cual se utiliza el Poder Calorífico Inferior de cada tipo de combustible los cuales se encuentran informados en el Anexo al presente. Esto nos permite sumar distintos tipos de combustible y comparar el consumo final con el consumo útil de lo que resulta que el rendimiento de todo el sector de transporte automotor es del orden del 36%.

Cuadro 4 – Consumo Final y Consumo Útil (kTep)

¹⁵ Sistema SESCO <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-tablas-dinamicas>, tabla Ventas al Mercado

¹⁶ Los rendimientos surgen del Balance de Energía Útil de Brasil en el Apéndice Rendimiento de Motores Vehiculares en el transporte Terrestre. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

VEHICULOS	COMBUSTIBLE	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Automóviles	Gasoil	7.2%	1295	570	44%
	GNC	10.8%	1924	654	34%
	Nafta	37.1%	6647	1861	28%
Camiones	Gasoil	24.3%	4354	1916	44%
Omnibus	Gasoil	2.1%	380	167	44%
Livianos	Gasoil	15.0%	2686	1182	44%
	Nafta	3.4%	611	171	28%
		100%	17897	6521	36%

Fuente: Elaboración propia

Sector Transporte Aéreo

Tal como se indicó anteriormente, el sector de transporte aéreo utiliza aerokerosene como recurso energético. En el rubro transporte sólo se imputa el consumo de los aviones para los vuelos de cabotaje (dentro del país). El combustible utilizado por los vuelos internacionales se consigna en el Balance Energético en el apartado correspondiente a Bunker.

Cuadro 5 – Consumo Final y Consumo Útil (kTep)

COMBUSTIBLE	PROVINCIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Aerokerosene	Capital Federal	45.1%	237	85	36%
	Buenos Aires	17.7%	93	34	36%
	Neuquén	5.7%	30	11	36%
	Córdoba	4.6%	24	9	36%
	Tierra del Fuego	4.2%	22	8	36%
	Mendoza	3.7%	20	7	36%
	Tucuman	3.5%	18	7	36%
	Santa Cruz	3.2%	17	6	36%
	Salta	3.1%	16	6	36%
	Chubut	2.6%	13	5	36%
	Resto	6.6%	35	12	36%
		100%	526	189	36%

Fuente: Elaboración propia en base a SESCO – Secretaría de Energía

El consumo del combustible se puede obtener de las tablas de Downstream (Ventas al Mercado) del sistema SESCO de la Secretaría de Energía¹⁷. Como se observa todas las provincias tienen demanda del recurso en menor o mayor medida acorde con la cantidad de vuelos que utilizan los aeropuertos locales destacándose los dos principales aeropuertos del país, Ezeiza y Aeroparque.

Para calcular el consumo útil debemos pasar el volumen total consumido en el año 2022 que resultó 626025 m³, a unidades de energía utilizando el PCI del Aerokerosene lo que

¹⁷ Sistema SESCO, op.cit.

resulta en 526 kTep. Considerando un 36% el rendimiento de los motores utilizados, tipo turbofan¹⁸ nos queda una energía útil de 189 kTep para este modo de transporte.

Sector Transporte Marítimo

Este sector utiliza gasoil en las embarcaciones de poco calado o de cabotaje y fueloil o mezclas IFO en las embarcaciones de mayor calado. La venta se concentra en los puertos de CABA y la provincia de Buenos Aires principalmente, además de otros puertos que se destacan por el tipo de carga como ser las cerealeras en Santa Fe, turísticas en Tierra del Fuego y petroleras en Chubut y Santa Cruz.

Cuadro 6 – Consumo Final de Gasoil y Fueloil para Cabotaje

COMBUSTIBLE	PROVINCIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fueloil	Buenos Aires	93.5%	33	14	41%
	Capital Federal	6.5%	2	1	41%
		100%	35	15	41%
COMBUSTIBLE	PROVINCIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Gasoil	Buenos Aires	64.8%	71	29	41%
	Capital Federal	4.5%	5	2	41%
	Chubut	7.5%	8	3	41%
	Santa Cruz	10.8%	12	5	41%
	Santa Fe	3.9%	4	2	41%
	Tierra del Fuego	8.5%	9	4	41%
		100%	110	45	41%

Fuente: Elaboración propia en base a SESCO – Secretaría de Energía

En el caso del sector internacional las ventas se concentran Buenos Aires además de Santa Fe y Tierra del Fuego dado que necesitan puertos de aguas profundas. Estos movimientos se registran como Exportación y Bunker en el Balance Energético, pero no se consideran en el Balance de Energía Útil. Toda la información se obtiene, al igual que en el caso anterior, del sistema de tablas dinámicas SESCO de la Secretaría de Energía. Para calcular el consumo útil debemos pasar el volumen total consumido en el año 2022 de fueloil y gasoil a unidades de energía utilizando el PCI respectivos lo que representa 145 kTep. Considerando un 41% el rendimiento de los motores marítimos nos queda una energía útil de 60 kTep para este modo de transporte.¹⁹

¹⁸ Los motores tipo turbofan o turborreactores de doble flujo se caracterizan por disponer de un ventilador en la parte frontal del motor. El aire entrante se divide en dos caminos: flujo de aire primario y flujo secundario o flujo derivado. El flujo primario penetra al núcleo del motor —compresores y turbinas— y el flujo secundario se deriva a un conducto anular exterior y concéntrico con el núcleo. Los turbofane tienen varias ventajas respecto a los turborreactores: consumen menos combustible, lo que los hace más económicos, producen menor contaminación y reducen el ruido ambiental. El rendimiento surge del Balance de Energía Útil de Brasil en el Apéndice Rendimiento de Motores Aerokerosene en el transporte Aéreo. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria>. De otra fuente, Balance de Energía Útil de Paraguay se obtiene el 35%, BEU-Paraguay-2021_interactivo.pdf

¹⁹ El rendimiento surge del Balance de Energía Útil de Brasil en el Apéndice Rendimiento de Motores a Combustibles líquidos de uso en el transporte Marítimo y Fluvial en el cual se establece un rendimiento de 46% para este tipo de motores. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria>. De otra fuente, Balance de Energía Útil de Paraguay se obtiene el 41% para el mismo uso, BEU-Paraguay-2021_interactivo.pdf. Este último valor es el adoptado para este sector.

Sector Transporte Ferroviario

Este sector incluye trenes, subtes y trolebuses. Los subtes y trolebuses utilizan electricidad y la información surge del rubro tracción en los informes de la distribuidora que sea responsable de la zona geográfica. En el caso de los trenes existen eléctricos cuya información se encuentra agregada a la anterior y formaciones que utilizan gasoil. En este caso la única fuente de información es la que se consigna en las planillas de Ventas al Mercado (SESCO) en el sector transporte Ferroviario.²⁰

Cuadro 7 – Consumo Final de Gasoil y Electricidad

COMBUSTIBLE	PROVINCIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Electricidad	Capital Federal	100.0%	22	20	89%
		100%	22	20	89%
COMBUSTIBLE	PROVINCIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Gasoil	Buenos Aires	78.7%	7.4	3.2	43%
	Córdoba	0.7%	0.1	0.0	43%
	La Pampa	6.6%	0.6	0.3	43%
	Santa Fe	12.3%	1.2	0.5	43%
	Santiago del Estero	1.1%	0.1	0.0	43%
	Tucuman	0.7%	0.1	0.0	43%
		100%	9	4	43%

Fuente: Elaboración propia en base a SESCO y Distribuidoras de Energía Eléctrica

La red de transporte de pasajeros del área metropolitana (CABA – Buenos Aires) se compone de las líneas Mitre, Belgrano Sur, Belgrano Norte, Urquiza, San Martín, Sarmiento y Roca.

La red de pasajeros de larga distancia a través de distintas concesiones conecta Buenos Aires, Córdoba, Tucumán, Santiago del Estero y Santa Fe y redes regionales en Salta, Chaco, Misiones, Entre Ríos y Neuquén. La red de carga conecta Buenos Aires, Córdoba, Santiago del Estero, Tucumán, San Luis, Mendoza, San Juan, La Pampa, Río Negro, Neuquén, Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Formosa y Jujuy, aunque no todos los ramales están completamente operativos

La red de transporte de pasajeros se encuentra mayoritariamente electrificada, la de carga consume gasoil. Los subtes solo circulan en CABA y en Rosario, Córdoba y Mendoza hay trolebuses motorizados eléctricamente.

Para calcular el consumo útil se pasa el volumen total consumido en el año 2022 (10.910 m³ de gasoil y 257.426 MWh de electricidad) a unidades de energía utilizando los poderes caloríficos correspondientes lo que representa 31 kTep y, considerando un 43% el rendimiento de los motores de gasoil y un 89% de rendimiento de los motores eléctricos utilizados, resultando una energía útil de 24 kTep para este modo de transporte.²¹

²⁰ En el cálculo de los rendimientos no se tiene en cuenta la topología, tipo de carga y trocha de las unidades ferroviarias y se asume el promedio internacional.

²¹ Los rendimientos surgen del Balance de Energía Útil de Brasil en el Apéndice Rendimiento de Motores a Combustibles líquidos de uso en el transporte Ferroviario en el cual se establece un rendimiento de 43% para motores diésel y 89% para motores eléctricos. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>.

Balance del Sector Transporte

Luego de analizar cada uno de los modos del sector transporte y calculados su consumo final y su energía útil debemos agrupar todos los resultados para obtener la energía útil del sector en su totalidad.

Cuadro 8 – Balance de Energía Útil por SubSector (kTep)

SECTORES	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Automotor	96.2%	17897	6521	36.4%
Aéreo	2.8%	526	189	35.9%
Marítimo	0.8%	145	60	41.4%
Ferrocarril	0.2%	31	24	77.4%
	100%	18599	6794	36.5%

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior observamos que el rendimiento de todo el sector transporte es del 37% considerando todos sus modos. El cálculo de energía representa un 3% de diferencia respecto del consignado en el Balance Energético Nacional para el año 2022 que indica 17.978 kTep de consumo final en el sector Transporte.

Una vez obtenidos los consumos energéticos para cada subsector dentro del sector Transporte, es posible calcular la Energía Útil de cada fuente y del total de sector.

Cuadro 9 – Resumen Sector Transporte (kTep)

ENERGIAS	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Gasoil	47.5%	8834	3884	44.0%
Nafta	39.0%	7258	2032	28.0%
Aerokerosene	2.8%	526	189	35.9%
Electricidad	0.1%	22	20	90.9%
GNC	10.3%	1924	654	34.0%
Fueloil	0.2%	35	15	42.9%
	100%	18599	6794	36.5%

Fuente: Elaboración propia

El Coeficiente de utilización de energía es, lógicamente, el total para fuerza motriz (generación de energía mecánica/cinética).

Cuadro 10 – Coeficiente de Utilización Sector Transporte (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gasoil	100%						
Nafta	100%						
Aerokerosene	100%						
Electricidad	100%						
GNC	100%						
Fueloil	100%						

Fuente: Elaboración propia

Sector Agropecuario

En este sector se incluye la actividad Agrícola, Pecuaria, Pesquera y Forestal. Al momento de confeccionar el Balance Energético Nacional se utiliza un conjunto de coeficientes técnicos para asignar el consumo de Gas Licuado de Petróleo, Gasoil y Fueloil; en el caso de la electricidad se respeta el valor informado por las Distribuidoras y Cooperativas. En esta oportunidad, al momento de realizar el Balance de Energía Útil y, dado que no existe un censo que permita determinar las fuentes, usos y consumos que existen en el sector, se optó por realizar un análisis bottom-up.

Los datos utilizados provienen de la publicación de los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2018²² por parte del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos a la vez que fue complementado con documentos oficiales de organismos reconocidos para obtener los consumos específicos de cada actividad (INTA, FAO y otros). Durante este proceso se pudo verificar la ausencia de información periódica sobre distintos aspectos del sector o, en los casos que existe, el retraso en las publicaciones. Con respecto al cálculo de los consumos específicos resulta sumamente complejo obtener información estadística consistente. Aun así, cuando existan estudios sobre el tema, por lo general estos se concentran en el análisis de costos económicos y no en los volúmenes de los insumos necesarios para obtener el producto, lo que impide relacionar los datos de cantidad de producto y consumo energético.

El método utilizado para obtener el consumo final de energía del sector se basó en documentar la cantidad de unidades de producto y la cantidad de energía necesaria para obtener la unidad de producto. Ante la baja probabilidad de recabar información de la totalidad de los productos del sector debido a la falta de estadísticas disponibles, se toma en cuenta los productos más representativos. En el sector Pecuario se consideran los bovinos y porcinos y los pollos dentro del subgrupo Aviar. En el sector Agrícola se forman subgrupos con los principales cultivos de cereales, oleaginosas, industriales, hortalizas, frutales y forrajeras. En este grupo se incorpora un apartado especial para el cálculo de la energía necesaria para los sistemas de riego. Para el sector Forestal se considera únicamente la superficie de bosques implantados. Para el sector de Pesca se documentan los consumos de los buques fresqueros y factorías.

Los consumos específicos están expresados en relaciones de cantidad de energía por unidad de producto; por ejemplo: litros/hectárea, m³/cabeza, kWh/kilogramo, etc. Posteriormente todos los resultados son computados en kTep (miles de toneladas equivalentes de petróleo) a efectos de poder sumar todos los consumos. Las equivalencias y los poderes caloríficos utilizados son los mismos que utiliza el Balance Energético Nacional y que se indican en el Anexo al presente informe.

En los casos en que los consumos específicos están expresados para combustibles gaseosos se indicó Gas Natural en aquellas provincias que tienen acceso al recurso y Gas Licuado en el resto. Para los combustibles líquidos se asume en todos los casos Gasoil, pero se conoce que en diferentes casos se utiliza Fueloil, mezclas IFO, neumáticos o madera en las estufas para frutales, pero sería complejo arriesgar la cantidad de recurso utilizada y, de cualquier manera, sería marginal el consumo.

En los casos en que los coeficientes están expresados como energía eléctrica pero el establecimiento no tiene acceso a la red se calculó el equivalente en Gasoil suponiendo un rendimiento del 33% para el motogenerador (consideramos 0.3 litros/kW). En estos

²² Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

casos es probable que se utilicen paneles solares si el requerimiento no es demasiado elevado. Todas estas hipótesis se tuvieron que adoptar en los casos en que no existe información estadística oficial que permita conocer el combustible específico que se está utilizando en cada actividad.

En el Balance Energético Nacional se calculan los consumos de cada tipo de energía utilizando coeficientes técnicos a excepción de la electricidad y, eventualmente el gas distribuido. En este caso se respeta lo informado por las distribuidoras o cooperativas y empresas del sector de hidrocarburos. Esta información es parcial debido a que no contempla la generación de energía eléctrica que pueda realizarse dentro del campo. De acuerdo al CNA 2018²³ existen 32.062 establecimientos que tienen su propio grupo electrógeno, 1.283 establecimientos que tienen aerogeneradores de electricidad, 437 establecimientos que poseen pequeñas centrales hidráulicas y 25.727 establecimientos que se abastecen de energía eléctrica mediante paneles solares.

Tomando la metodología del Balance Energético Nacional, en el caso del Gas Licuado de Petróleo, se asigna un 5% de la oferta disponible al sector Agropecuario, para los combustibles líquidos se asigna un 27% del Fueloil disponible y un 32% del Gasoil disponible. El consumo de energía en el sector agropecuario se ubica en el orden de los 3.000 – 3.500 kTep al año. Además, se indica un consumo de energía eólica que no está considerado en este estudio. Corresponde a los molinos de viento utilizados para el bombeo de agua, insumo necesario para la actividad. Se trata de 360.000 molinos para los que se toma una media de 1.7 HP y un factor de uso de 24 horas en verano y 12 horas en invierno. La energía generada es de unos 130 kTep.²⁴

Sector Pecuario

Bovinos

En el caso de los bovinos se considera únicamente los gastos energéticos que se producen cuando es necesario utilizar algún tipo de instalación. En el caso del engorde de animales se considera que el 50% del total de cabezas faenadas son engordadas en Feedlots con un consumo de 7 litros de gasoil por cabeza, 35 kWh de electricidad y 5 m³ de gas natural en el caso que estuviera disponible o 4 kilogramos de gas licuado en el resto de los casos.²⁵ Los datos de cantidad de animales se obtuvieron del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca para el año 2021²⁶ resultando 6.493.616 la mitad del total faenado. De acuerdo a la distribución del ganado se consideró que un 89% se encuentra en establecimientos con acceso al gas natural de acuerdo al acceso al recurso en la provincia.

Los usos dentro del abastecimiento son el acondicionamiento del alimento que tiene distintas características como la mezcla, molienda, humectación, etc. Estos equipamientos son eléctricos o con consumo de gas (hornos, calderas, etc.). Se considera en este caso una participación de 50% para cada uso. La distribución del alimento se considera cautiva del diésel por la maquinaria al igual que la limpieza y mantenimiento. Para el abastecimiento del agua se considera que puede ser con motores diésel o eléctricos por lo tanto se toma el 50% a cada energético y finalmente la Administración o equipos de control se asumen todo eléctricos.

²³ Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

²⁴ Balance Energético Nacional 2007. Metodología. Secretaria de Energía.

²⁵ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_licono=23&c=6. Diagnóstico del Sector Primario. (2019)

²⁶ www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_sectorial/

Cuadro 11 – Fuentes, usos, consumos y Energía Útil - Bovinos (kTep)

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Acondicionamiento de Alimento	Gas Natural	25.5%	24	18	74%
	Electricidad	25.5%	24	23	94%
	Gas Licuado	3.2%	3	2	74%
Equipos Varios	Electricidad	2.1%	2	2	89%
Distribución de alimento	Gasoil	36.2%	34	15	43%
Limpieza y mantenimiento	Gasoil	3.2%	3	1	43%
Abastecimiento de agua	Gasoil	2.1%	2	1	31%
	Electricidad	2.1%	2	1	31%
		100%	94	61	65%

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a los rendimientos del equipamiento se considera un 43% para los motores con alimentación a diésel/gasoil, un 89% para los equipos eléctricos varios, un 94% para la generación de vapor con electricidad, un 74% para las calderas a gas para generación de vapor, ya sea gas natural o gas licuado.²⁷

En el caso del bombeo de agua con motor eléctrico o diésel se considera un rendimiento medio del 31% debido a los rozamientos en cañerías y pérdidas de potencia en válvulas y mecanismos.²⁸ De acuerdo a estos cálculos el rendimiento del subsector Bovinos dentro del sector Pecuarios se encuentra en el orden del 65%.

La segunda aplicación de energía en el sector es en los tambos. El tambo tiene un consumo específico de electricidad de 80 kWh por cada 1.000 litros de leche.²⁹ La cantidad de leche obtenida se toma del INDEC en las Estadísticas de Productos Industriales (EPI)³⁰ resultando 1.198.836.000 litros de leche para el año 2021.

A partir de estos datos se obtiene un consumo de 8 kTep de energía final que se distribuye entre el ordeño, enfriamiento de la leche, bombeo y calentamiento de agua con equipamiento mayoritariamente eléctrico por lo que consideraremos un rendimiento del 89% y obtenemos 7 kTep de Energía Útil.³¹

Cuadro 12 – Fuentes, usos, consumos y Energía Útil - Tambos (kTep)

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Procesos Varios	Electricidad	100.0%	8	7	89%
		100%	8	7	89%

Fuente: Elaboración propia

²⁷ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria>.

²⁸ Sistemas de Bombeo. https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/04281626_09-InformeQuimica.pdf

²⁹ Alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica en tambos. (2016) INTA/UTN

³⁰ www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-6-18

³¹ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria>.

Aviar

En el caso del subsector aviar sólo se pudo tomar en cuenta los invernaderos para la cría de pollos para consumo; el resto de las aves no pudieron ser consideradas. El total de cabezas que consigna el INDEC en el CNA 2018³² es 489.364.335 cabezas y los consumos específicos son 0.28 kWh de electricidad y 462 kcal de gas natural o gas licuado según la disponibilidad por cabeza.³³

Cuadro 13 – Fuentes, usos, consumos y Energía Útil - Aviar (kTep)

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Calefacción	Gas Natural	65.7%	23	12	50%
Iluminación	Electricidad	34.3%	12	10	80%
		100%	35	21	60%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a estos datos se tiene un consumo de 23 kTep de Gas Natural, necesario para la calefacción con un rendimiento aproximado del 50%³⁴ y 12 kTep de Electricidad para la iluminación con un 80% de rendimiento.³⁵ Por lo tanto, la energía final es 35 kTep y la energía útil se calcula en 18.8 kTep lo que equivale a un rendimiento de 60% para el subsector.

Porcinos

En el caso de este subsector se toma en cuenta los invernaderos. Para el total de cabezas se considera el 50% de la cifra consignada en el CNA 2018 a similitud de lo realizado en los bovinos. La cantidad observada es de 1.553.894 cabezas. Sobre las instalaciones, dado que no se dispone de información solo se tiene en cuenta el gasto de gasoil al igual que en los Feedlots que serviría para proveer de la energía necesaria para el acceso al agua, calor y ventilación. Al igual que en el sector bovino se considera 7 litros de gasoil por cabeza. Resumiendo, el sector consume 138 kTep con un rendimiento para el gasoil del 43% al igual que el sector de bovinos obteniendo una energía útil de 59 kTep.

Cuadro 14 – Fuentes, usos, consumos y Energía Útil - Porcinos (kTep)

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Procesos Varios	Gasoil	100.0%	138	59	43%
		100%	138	59	43%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el resumen de los subsectores analizados.

Cuadro 15 – Balance de Energía Útil Subsector Pecuario (kTep)

³² Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

³³ Alternativas energéticas en granjas de engorde de pollos. (2013) Universidad de Lleida

³⁴ Proyecto LEAP ARG EK-GIZ. (2023) Secretaría de Energía. Euroclima. GIZ. Fundación Bariloche

³⁵ El rendimiento normal en iluminación es menor al 30% debido a la pérdida de calor, pero, en este caso, el calor es utilizado porque el criadero funciona como invernadero por lo tanto se hace uso de ambas energías: iluminación y calor.

SECTORES	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Bovinos Engorde	34.2%	94	61	64.9%
Bovinos Tambo	2.9%	8	7	87.5%
Aviar	12.7%	35	21	60.0%
Porcinos	50.2%	138	59	42.8%
	100%	275	148	53.8%

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el subsector en su conjunto presenta un rendimiento aproximado del 54%.

Sector Forestal

En este sector solo se pudo trabajar con los datos correspondientes al bosque implantado, principalmente eucaliptos detallado en el Diagnóstico del Sector Primario.³⁶ No se pudo trabajar con los datos del Censo Nacional Agropecuario porque los datos se encuentran en hectáreas y los consumos específicos en toneladas lo que impide su utilización sin un conocimiento sumamente técnico de las densidades de las plantaciones y el tipo de madera. De acuerdo al documento citado se producen 9.872.677 toneladas de madera con un gasto energético de 1.15 litros de gasoil en el apeo (corte en forma de cuña generalmente realizado con motosierra para permitir la caída del árbol) y 0.58 litros de gasoil por tonelada en la extracción.

Cuadro 16 – Fuentes, usos, consumos y Energía Útil - Forestal (kTep)

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Apeo	Gasoil	66.7%	10	4	40%
Extracción	Gasoil	33.3%	5	2	40%
		100%	15	6	40%

Fuente: Elaboración propia

Para el apeo se puede utilizar motosierras a nafta, pero no se pudo conseguir información como para dividir el consumo. Se consideraron motores a gasoil por lo que el rendimiento se estimó en el 40%.³⁷ Por lo tanto, la energía Útil es 5 kTep.

Sector Pesca

En este sector solo se pudo analizar la flota de fresqueros y buques factoría que consta de 300 y 100 buques respectivamente de acuerdo a lo consignado en el Plan Estratégico de Energía 2011³⁸ con un consumo específico de gasoil de 1000 metros cúbicos por buque por año. Estos buques operan principalmente en Mar del Plata un 60%, Puerto Madryn un 16%, Ushuaia un 11%, Puerto Deseado un 9% y San Antonio en la provincia de Río Negro un 5%.

Cuadro 17 – Fuentes, usos, consumos y Energía Útil - Pesca (kTep)

³⁶ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_ico=23&c=6. Diagnóstico del Sector Primario. (2019)

³⁷ El rendimiento surge del Balance de Energía Útil de Brasil en el Apéndice Rendimiento de Motores a Combustibles líquidos de uso en maquinaria y transporte en el cual se establece un rendimiento de 44% para este tipo de motores. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecao-a-dos-da-industria>. De otra fuente, Balance de Energía Útil de Paraguay se obtiene el 24% para el mismo uso, BEU-Paraguay-2021_interactivo.pdf. Adoptamos un valor intermedio de 40%.

³⁸ Plan Estratégico de Energía (2011) Proyecto CE 0030/EN Secretaria de Energía

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Buques	Gasoil	100.0%	345	138	40%
		100%	345	138	40%

Fuente: Elaboración propia

En este sector se tiene conocimiento que los buques de gran calado consumen fueloil en vez de gasoil, pero no se pudo acceder a ese nivel de detalle. Al igual que en el transporte se considera un rendimiento del 40%³⁹ para los motores por lo tanto se tiene una energía Útil de 138 kTep.

Sector Agrícola

Cereales

Según el Censo Nacional Agropecuario 2018⁴⁰ la superficie implantada con cereales es 11.325.179 hectáreas; en el presente estudio se obtuvo información para calcular el consumo de energía en 10.732.356 hectáreas lo que significa que se pudo cubrir el 95% del territorio. Los consumos específicos de Gasoil corresponden a las actividades de labranza, defensa del cultivo, cosecha y flete corto hasta el primer acopio. Los consumos específicos se tomaron de los estudios del INTA⁴¹ y se indican en el siguiente cuadro. Se consideró siembra directa (SD) y siembra convencional.

Al igual que en el apartado anterior se considera un rendimiento del 40% para los motores con combustible gasoil que accionan la maquinaria para las labores por lo tanto tenemos 272 kTep de Energía Final y 109 kTep de Energía Útil.

Cuadro 18 – Fuentes, consumos y Energía Útil grupo Cereales (kTep)

CULTIVO	ENERGIA	HECTAREAS	Litros x Hectárea	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Alpiste	Gasoil	10988	38.02	0.1%	0.4	0.1	40%
Arroz		164272	38.02	2.0%	5.4	2.2	40%
Avena		27028	49.71	0.4%	1.2	0.5	40%
Avena Siembra Directa		45452	22.61	0.3%	0.9	0.4	40%
Cebada		61735	49.71	1.0%	2.6	1.1	40%
Cebada Siembra Directa		504963	22.61	3.6%	9.8	3.9	40%
Maíz		678990	56.58	12.2%	33.1	13.2	40%
Maíz Siembra Directa		5450672	28.68	49.6%	134.7	53.9	40%
Trigo		425791	49.71	6.7%	18.2	7.3	40%
Trigo Siembra Directa		3362465	22.61	24.1%	65.5	26.2	40%
		10,732,356		100%	272	109	40%

Fuente: Elaboración propia

Oleaginosas

Al igual que en el caso anterior se considera únicamente los cultivos para los que se pudo conseguir el consumo específico. Según el CNA 2018 las hectáreas cultivadas de oleaginosas son 14.416.693; nosotros se está considerando en este estudio solo

³⁹ Idem Nota 37.

⁴⁰ Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

⁴¹ Estimación para el consumo potencial de gasoil para tareas agrícolas. (2009) Donato/Ingeniería rural/INTA

14.400.248 hectáreas dado que no se cuenta con información suficiente de todos los cultivos, pero se está cubriendo el 99% del total lo que respalda los cálculos efectuados.

Los consumos específicos de Gasoil corresponden a las actividades de labranza, defensa del cultivo, cosecha y flete corto hasta el primer acopio. Los consumos específicos se toman de los estudios del INTA⁴². Se considera siembra directa (SD) y siembra convencional tal cual se informa en el censo CNA 2018.

Cuadro 19 – Fuentes, consumos y Energía Útil grupo Oleaginosas (kTep)

CULTIVO	ENERGIA	HECTAREAS	Litros x Hectárea	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Cártamo	Gasoil	5852	38.02	0.0%	0.2	0.1	40%
Colza		11130	38.02	0.1%	0.4	0.1	40%
Girasol		303213	57.88	3.9%	15.1	6.0	40%
Girasol Siembra Directa		849544	23.68	4.4%	17.3	6.9	40%
Maní		470016	38.02	4.0%	15.4	6.1	40%
Soja		1095246	44.52	10.8%	42.0	16.8	40%
Soja Siembra Directa		11665247	29.72	76.8%	298.7	119.4	40%
			14,400,248		100%	389	155

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el sector anterior se considera un rendimiento del 40% para los motores con combustible gasoil por lo tanto se tiene 389 kTep de Energía Final y 155 kTep de Energía Útil.

Industriales

Para estos cultivos solo se obtuvo información de yerba mate y algodón. De acuerdo al CNA 2018⁴³ corresponden 887.487 hectáreas en este grupo y solo se consideran 392.789, apenas el 44%, debido a que no se obtuvo información de los consumos del resto de los cultivos, principalmente caña de azúcar.

Al igual que en los casos anteriores se trabajó con estudios del INTA para el consumo de gasoil en la labranza, protección, cosecha y flete corto.

Cuadro 20 – Fuentes, consumos y Energía Útil grupo Industriales (kTep)

CULTIVO	ENERGIA	HECTAREAS	Litros x Hectárea	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Yerba Mate	Gasoil	146723	38.02	37.3%	4.8	1.9	40%
Algodón		246066	38.02	62.7%	8.1	3.2	40%
		392,789		100%	13	5	40%

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el sector anterior se considera un rendimiento del 40% para los motores con combustible gasoil por lo tanto se tiene 13 kTep de Energía Final y 5 kTep de Energía Útil.

En este grupo se ubican también los cultivos de hoja que sufren un proceso extra como la yerba mate, té y tabaco, que deben ser secados antes de poder ser entregados al acopio. Según la Estadística de Productos Industriales (EPI)⁴⁴ se produjeron

⁴² Estimación para el consumo potencial de gasoil para tareas agrícolas. (2009) Donato/Ingeniería rural/INTA

⁴³ Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

⁴⁴ www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-6-18

282.855.000 kilogramos de yerba. Según el Ministerio de Agro de Misiones⁴⁵ se produjeron 84.000.000 de kilogramos de té y según la Secretaría de Política Económica⁴⁶ se produjeron 104.093.000 kilogramos de tabaco.

Cuadro 21 – Fuentes, consumos y Energía Útil grupo Secaderos Industriales (kTep)

CULTIVO	ENERGIA	KILOGRAMOS	kg x kg	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Yerba Mate	Chip madera	252855000	1.90	66.8%	257.9	216.7	84%
Té		84000000	2.92	19.8%	76.6	64.3	84%
			m3 x kg				
Tabaco	Gas Natural	104093000	0.60	13.4%	51.8	25.9	50%
		440,948,000		100%	386	307	79%

Fuente: Elaboración propia

En el caso del tabaco se consideró el consumo de gas natural en los secaderos a razón de 0.6 m³/kilogramo de acuerdo a los estudios de la Universidad de Salta⁴⁷. Para la yerba y el té se consideró el consumo de chips de madera dado que se producen en la misma región de acuerdo a la Estación Agropecuaria de Misiones⁴⁸ a razón de 1.9 kilogramos de chips por kilogramo de yerba y 2.92 kilogramos de chips por kilogramo de té. De acuerdo al mismo informe se considera un poder calorífico de 4.800 kcal por kilogramo de chip. Los rendimientos de los distintos equipamientos para el secado se estiman en el 50% para el tabaco y 84% para las hojas de té y yerba.⁴⁹ Dado que tenemos una Energía Final de 386 kTep la Energía Útil será 199 kTep.

Hortalizas

Para estos cultivos solo se trabajó con información de papa, tomate y lechuga. De acuerdo al CNA 2018⁵⁰ corresponden 139.586 hectáreas en este grupo de cultivos y se considera la totalidad. El consumo específico de gasoil se obtuvo de los estudios de la Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario⁵¹ resultando 1.618 MJ por hectárea para el tomate, 2.016 MJ por hectárea para la lechuga y 2.387 MJ por hectárea para la papa. Como no se dispone de la discriminación de hectáreas para cada tipo de cultivo se toma una media de 2.000 MJ por hectárea para el total.

Cuadro 22 – Fuentes, consumos y Energía Útil grupo Hortalizas (kTep)

CULTIVO	ENERGIA	HECTAREAS	MJoule x Hectárea	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Hortalizas	s/d	139586	2.00	100.0%	6.6	2.5	38%
		139,586		100%	7	3	38%

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento indicado por la Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario es del 38% por lo tanto para una Energía Final de 7 kTep tenemos 3 kTep de Energía Útil.

⁴⁵ agro.misiones.gob.ar

⁴⁶ www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_tabaco_1.pdf

⁴⁷ Estimación de ahorro energético en estufas de curado de tabaco. (2013) Altobelli/Universidad de Salta

⁴⁸ Consumo de chips en secaderos de yerba mate y te. (2020) Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. Misiones

⁴⁹ https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria. Rendimiento de Hornos.

⁵⁰ Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

⁵¹ Balance de Energía en Cultivos Hortícolas. (2010) Facultad de Ciencias Agrarias. Rosario

Forrajeras

Para estos cultivos solo se trabajó con el total de las hectáreas informadas en el CNA 2018⁵² que corresponden a 7.444.683 hectáreas. El consumo específico de gasoil se obtuvo de los estudios del INTA⁵³ y resulta en 110.5 litros de gasoil por hectárea en la siembra convencional y 81.3 litros por hectárea en la siembra directa.

Cuadro 23 – Fuentes, consumos y Energía Útil grupo Forrajeras (kTep)

CULTIVO	ENERGIA	HECTAREAS	Litros x Hectárea	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Siembra Convencional	Gasoil	3594450	110.50	55.9%	342.2	136.9	40%
Siembra Directa		3850234	81.30	44.1%	269.7	107.9	40%
		7,444,684		100%	612	245	40%

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el resto de los sectores de cultivos se considera un rendimiento del 40% para los motores con combustible gasoil por lo tanto se tiene 612 kTep de Energía Final y 245 kTep de Energía Útil.

Frutales

En este grupo de cultivos se consideró la información del CNA 2018 de las plantaciones de manzana, naranja, limón y vid que consisten en 290.061 hectáreas sobre un total de 490.771 es decir un 59%, pero fue imposible obtener información sobre el resto de los cultivos. En este grupo no se pudo obtener el consumo de energía para el laboreo y la cosecha por lo tanto sólo se estimó la cantidad de gasoil necesaria para el funcionamiento de los calefactores en el control de heladas. La información se obtuvo de FAO⁵⁴ que estima en 200 litros de gasoil por hectárea por hora de helada. De diversas lecturas y visitas a los establecimientos, se pudo observar que en las practicas no se utiliza solo gasoil, sino que se combustiona caucho, fueloil, residuos de madera y todo tipo de material que pueda proporcionar las calorías necesarias para aumentar la temperatura ambiente unos pocos grados sobre cero. Por lo tanto, se considera en nuestros cálculos la mitad de este consumo: 100 litros por hectárea por hora de helada. De acuerdo a distintas lecturas se estima unas 4 horas el tiempo que se debe proporcionar calor para soportar la baja de temperatura. Lo que falta determinar es la cantidad de heladas que se suceden al año en cada provincia donde se cultivan estos frutales. Para obtener esta información se analizó el registro de heladas de la UBA Agro⁵⁵ y se promedió la cantidad de heladas reportadas por cada estación meteorológica para cada provincia resultando: Corrientes 20 heladas/año, Entre Ríos 30 heladas/año, Tucumán 25 heladas/año, Mendoza 80 heladas/año, Rio Negro 100 heladas/año y Neuquén 100 heladas/año. En el caso particular de Mendoza se hizo una fuerte reducción del costo de gasoil en la protección activa de heladas porque se sabe que muchas de las plantaciones se encuentran abastecidas con sistemas de riego con bombas eléctricas. Solo se tomó un consumo residual de 30 litros por hectárea por helada por año.

Cuadro 24 – Fuentes, consumos y Energía Útil sistemas Antiheladas - Frutales (kTep)

⁵² Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

⁵³ Estimación para el consumo potencial de gasoil para tareas agrícolas. (2009) Donato/Ingeniería rural/INTA

⁵⁴ FAO Protección contra heladas. (2010)

⁵⁵ agro.uba.ar/heladas/distribucion.htm

CULTIVO	ENERGIA	HECTAREAS	Litros x Hectárea	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Manzana	Gasoil	19074	100.00	20.7%	147.9	29.6	20%
Naranja		31173	100.00	9.4%	67.1	13.4	20%
Limón		58236	100.00	17.5%	125.4	25.1	20%
Vid		181578	30.00	52.4%	375.5	75.1	20%
		290,061		100%	716	143	20%

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento se estimó en apenas el 20% porque la quema de combustible genera calor en el ambiente, pero al encontrarnos al aire libre y desconociendo si hay actividad como viento es imposible saber cuánto calor efectivamente contribuye a elevar la temperatura en la envoltura del cultivo. Por lo tanto, para una Energía Final de 716 kTep se tiene una Energía Útil de 143 kTep.

Riego

En el caso del riego artificial se analizó la información del CNA 2018⁵⁶ que indica que existen 1.360.521 hectáreas regadas de las que se eliminó el riego gravitacional. Posteriormente se le solicitó al INDEC que nos indique cuantas de estas hectáreas pertenecían a establecimientos con acceso a la red eléctrica y de los estudios del PNUD⁵⁷ se obtuvo la energía eléctrica necesaria para cada tipo de riego. En los casos donde no existía acceso a la red se calculó el volumen de gasoil para generar esa cantidad de energía considerando un rendimiento promedio del 35% en el generador.

Cuadro 25 – Fuentes, consumos y Energía Útil sistemas de Riego (kTep)

TIPO DE RIEGO	ENERGIA	HECTAREAS	m3 x ha	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Aspersión	Gasoil	76596	1.09	77.6%	159.5	49.4	31%
Goteo		169906	0.23	6.7%	13.8	4.3	31%
Micro Aspersión		113875	0.29	0.3%	0.7	0.2	31%
			kWh x ha				
Aspersión	Electricidad	76596	3.61	11.6%	23.8	7.4	31%
Goteo		169906	765	3.6%	7.5	2.3	31%
Micro Aspersión		113875	957	0.1%	0.2	0.1	31%
				100%	205	64	31%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las fuentes se consigna una eficiencia del orden de 31% de los sistemas de riego⁵⁸ por lo tanto para una Energía Final de 205 kTep tendremos una Energía Útil de 64 kTep.

A continuación, se presenta el resumen de los subsectores analizados.

Cuadro 26 – Fuentes, consumos y Energía Útil Sector Agrícola (kTep)

⁵⁶ Censo Nacional Agropecuario 2018. INDEC. Disponible en www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87

⁵⁷ Uso de agua y energía para riego. Alfaro/PNUD

⁵⁸ Sistemas de Bombeo. https://eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/04281626_09-InformeQuimica.pdf

SECTORES	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Cereales	10.5%	272	109	40.1%
Oleaginosas	15.0%	389	155	39.8%
Industriales	0.5%	13	5	38.5%
Secaderos	14.8%	386	307	79.5%
Hortalizas	0.3%	7	3	42.9%
Forrajeras	23.5%	612	245	40.0%
Frutales	27.5%	716	143	20.0%
Riego	7.9%	205	64	31.2%
	100%	2600	1031	39.7%

Fuente: Elaboración propia

Balance del Sector Agropecuario

A continuación, se muestran todos los consumos de energía calculado para cada uno de los sectores.

Cuadro 27 – Fuentes, consumos y Energía Útil - Agropecuario – Por Sector (kTep)

SECTORES	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Pecuario	8.5%	275	148	53.8%
Forestal	0.5%	15	6	40.0%
Pesca	10.7%	345	138	40.0%
Agrícola	80.4%	2600	1031	39.7%
	100%	3235	1323	40.9%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los valores consignados en el Balance Energético Nacional se tiene una diferencia del orden del 23% pero se debe tener en cuenta que en el citado Balance se realiza una estimación del consumo, no una medición. Adicionalmente, una parte del consumo puede deberse a determinados subsectores donde no se pudo obtener información suficiente para la estimación de los consumos.

A continuación, se muestran los resultados del por fuentes y usos y los coeficientes de utilización respectivos.

Cuadro 28 – Fuentes, consumos y Energía Útil – Agropecuario – Por Energía (kTep)

ENERGIAS	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Gas Natural	3.1%	98.8	54.9	55.6%
Electricidad	1.8%	58.5	45.3	77.4%
Gas Licuado	0.1%	3	2	66.7%
Gasoil	84.5%	2733.6	937.3	34.3%
Chip Madera	10.3%	334.5	281	84.0%
s/d	0.2%	6.6	2.5	37.9%
	100%	3235	1323	40.9%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Electricidad	42%		30%		15%		13%
Gas Licuado			100%				
Gasoil	69%		26%				5%
Chip Madera			100%				
s/d							100%

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial

Este sector se compone de todas las viviendas destinadas al uso habitacional de personas y corresponde a información de encuestas realizadas por organismos con fines estadísticos y sociales. El sector se divide en zona urbana y zona rural. Particularmente, el sector rural, a su vez, se divide en establecimientos agropecuarios y en hogares rurales dispersos. Posteriormente cada uno de estos subsectores se divide de acuerdo al nivel de ingresos en Alto, Medio y Bajo. Históricamente, el INDEC informó sobre las series de población y vivienda, aunque recientemente discontinuó la serie, por lo tanto, no es posible obtener el dato de la segmentación entre los hogares urbanos y rurales. Particularmente, el dato disponible corresponde al total de hogares censados en el año 2022 en el Censo Nacional de Población y Vivienda, que correspondía realizarse en el año 2020, el cual fue retrasado por las medidas preventivas generales frente a la pandemia COVID y las restricciones para efectuar ciertas actividades. Con respecto a la determinación de los artefactos que se utilizan dentro de los hogares/viviendas y el nivel de ingresos de los mismos, se utilizarán los datos de la Encuesta de Gastos de Hogares (ENGHo) realizada en el año 2018 y se asumirán los datos como válidos al 2022. Cabe mencionar que dicha encuesta no contempla la clasificación del sector rural y se utiliza expansores para obtener los datos del total de hogares, por lo que podrá tener un sesgo sobre la clasificación entre urbano y rural. Finalmente, para estimar los hogares rurales se trabaja con el Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2018 por el INDEC.

Cálculo de la cantidad de hogares

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares⁵⁹ hubo 12.642.525 hogares informados para el año 2018 y se pueden caracterizar un 50% como de Bajos Ingresos, un 30% de Altos Ingresos y un 20% de Ingresos Medios. El Censo Nacional de Población y Vivienda 2022⁶⁰ arrojó la cifra de 15.699.016 viviendas y 15.932.202 hogares, de los cuales 14.370.846 son urbanos y pueden ser distribuidos por nivel de ingreso utilizando

⁵⁹ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

⁶⁰ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>

las mismas proporciones calculadas en el año 2018 y agrupados según las zonas geográficas definidas anteriormente.

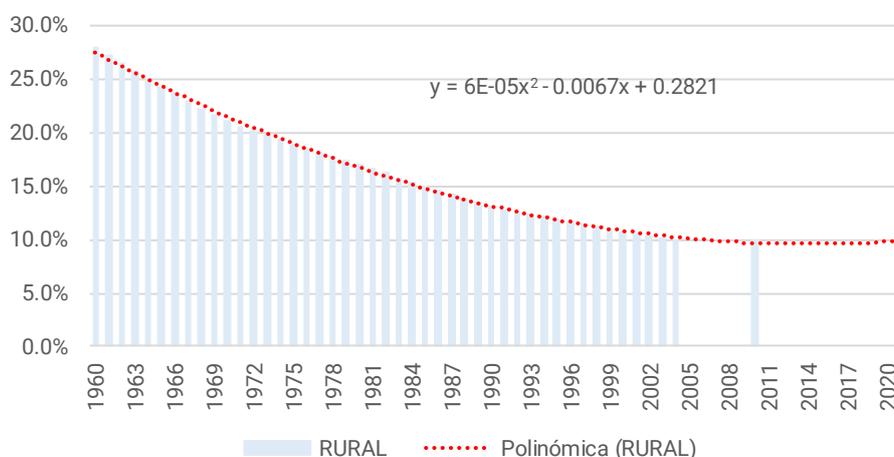
Cuadro 30 – Cantidad de Hogares por Nivel de Ingreso y zona Geográfica

REGION	NIVEL DE INGRESOS		
	Bajo	Medio	Alto
AMBA	2,482,159	1,094,166	1,877,219
BsAs	803,678	412,972	640,033
Centro	728,731	287,786	341,648
Comahue	221,454	131,194	226,715
Cuyo	433,340	152,260	154,946
Litoral	726,543	334,502	555,500
Noreste	777,086	151,021	130,368
Noroeste	887,195	234,517	203,642
Patagonia	124,139	77,038	180,994
	7,184,326	2,875,456	4,311,065

Fuente: Elaboración propia

Para calcular y diferenciar la cantidad de hogares urbanos y rurales del año 2022, dado que no se informa en el Censo, se proyectó la información de porcentaje de hogares rurales calculada por Orlando Ferreres en su estudio “Dos siglos de Economía Argentina”⁶¹ hasta el 2004 y los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010⁶², obteniéndose para el año analizado un 90.2% de hogares urbanos y 9.8% de hogares rurales.

Gráfico 2 – Evolución del Porcentaje de Hogares Rurales sobre el total País



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, dado que sobre el sector rural no se realizó ningún operativo que permita particionar el sector por niveles de ingreso se utilizó la cantidad de hectáreas que posee cada Emprendimiento Agropecuario para crear los tres niveles de ingresos para este sector. Se consideró establecimientos con hasta 100 hectáreas en el nivel bajo, de 100 a 2.500 hectáreas en el nivel medio y de 2.500 hectáreas a más de 20.000 en el nivel alto. Los datos de hectáreas por establecimiento y que fue el criterio empleado para segmentar por ingreso, se obtuvieron del Cuadro 2.2 del Censo Nacional Agropecuario⁶³.

⁶¹ Ferreres, Orlando. “Dos siglos de Economía Argentina”. Fundación Norte y Sur. (2005)

⁶² <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>

⁶³ Censo Nacional Agropecuario 2018 Resultados Definitivos

Cuadro 31 – Cantidad de Hogares Rurales por nivel de Ingreso

REGION	NIVEL DE INGRESOS			Disperso
	Bajo	Medio	Alto	
AMBA	-	-	-	-
BsAs	11,076	23,865	1,803	119,189
Centro	6,473	16,684	1,270	69,656
Comahue	5,777	6,014	2,493	62,166
Cuyo	22,441	1,896	551	241,488
Litoral	14,432	18,347	951	155,303
Noreste	35,264	14,401	1,363	379,477
Noroeste	27,371	9,489	1,270	294,540
Patagonia	1,152	1,013	1,744	12,397
	123,986	91,709	11,445	1,334,216

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de Establecimientos Agropecuarios (EAP) indicados en el Censo está en el orden de la cantidad de viviendas habitadas que se consignan en el mismo, por lo tanto, las diferencias de 1.334.216 hogares se consideran rurales dispersos. En este caso, las diferencias se le asigna a la clasificación y propiedades de un hogar de bajos recursos.

Como principal hipótesis de trabajo se considera que hay acceso pleno de los hogares a la energía eléctrica. Si bien se dispone de información de Paneles Fotovoltaicos instalados y equipos de generación propia, aunque no se tiene el nivel de detalle ni las características completas como para considerarlo en esta etapa salvo que surja de la ENGHo. En el caso del uso del gas se respetan las estructuras de los gasoductos y se reemplaza por consumo de Gas Licuado en aquellas zonas que no posean el acceso al recurso primario. Como casos particulares se contempla la leña y el kerosene en zonas/hogares debido a que aparecen como respuesta en la Encuesta.

A continuación, se impacta la información y resultados de la ENGHo a los distintos niveles de hogares calculados y el tipo de artefacto utilizado en los distintos usos, y sus respectivas eficiencias. A este respecto se debe aclarar que debido a la metodología aplicada en la Encuestas de Gastos de Hogares se subestima el gasto de energía debido a que en la encuesta se pregunta por la tenencia de los artefactos aunque no de la cantidad que existen de los mismos dentro del hogar salvo en el caso de la iluminación.

Calefacción del hogar

Los artefactos de este grupo se utilizan para elevar la temperatura del ambiente en el interior de la vivienda. Utilizan energía eléctrica (EE), gas natural (GN) o gas licuado de petróleo (GLP). La tenencia de los mismos se obtiene de los resultados de la ENGHo.⁶⁴

Cuadro 32 – Artefactos de Calefacción del Hogar

⁶⁴ Para los acondicionadores de aire tipo split se indica el Coeficiente de Rendimiento (COP) para más información ver en el Anexo la nota "Bombas de Calor – Aires Acondicionados"

ARTEFACTO	ENERGIA	POTENCIA	EFICIENCIA (%)
Estufa (caloventor, radiador, convector, etc.)	Electricidad	1671 W	45%
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	Gas Natural	0.209 m3/h	60%
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado		0.339 m3/h	60%
Calefacción centralizada a gas		0.009 m3/m2h	75%
Calefacción por losa radiante		0.007 m3/m2h	75%
Calefacción por radiadores de agua		0.014 m3/m2h	75%
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	Gas Licuado	0.193 kg/h	60%
Calefacción centralizada a gas (GLP)		0.007 kg/m2h	75%
Calefacción por losa radiante (GLP)		0.005 kg/m2h	75%
Calefacción por radiadores de agua (GLP)		0.010 kg/m2h	75%

ARTEFACTO	ENERGIA	POTENCIA	COP (%)
Split Baja Potencia	Electricidad	834 W	350%
Split Alta Potencia		1238 W	350%

Fuente: Elaboración propia

Las eficiencias de los distintos artefactos surgen del estudio realizado para la parametrización de los modelos de proyección de demanda para el Plan Energético Nacional⁶⁵. Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en dicho informe y la información que surge de la ENGHo⁶⁶. La cantidad de horas de uso para cada artefacto se tomaron del informe para las áreas geográficas templadas y se corrigieron las otras áreas tomando un factor representativo de la diferencia de déficit de grados días (DGD-18) entre ellas. Estos valores se calcularon a partir de la información histórica que pone a disposición el Servicio Meteorológico Nacional⁶⁷.

Cuadro 33 – Horas de uso al año por región (horas)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Split Baja Potencia	693	602	1163	693	693	602	512	512	1385
Split Alta Potencia	936	815	1573	936	936	815	693	693	1872
Estufa (caloventor, radiador, convector, etc.)	916	797	1539	916	916	797	678	678	1832
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	1530	1331	2570	1530	1530	1331	1132	1132	3059
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	2130	1853	3579	2130	2130	1853	1576	1576	4261
Calefacción centralizada a gas	1709	1487	2871	1709	1709	1487	1265	1265	3418
Calefacción por losa radiante	1200	1044	2015	1200	1200	1044	888	888	2399
Calefacción por radiadores de agua	3801	3307	6386	3801	3801	3307	2813	2813	7603
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	996	867	1674	996	996	867	737	737	1993
Calefacción centralizada a gas (GLP)	1709	1487	2871	1709	1709	1487	1265	1265	3418
Calefacción por losa radiante (GLP)	1200	1044	2015	1200	1200	1044	888	888	2399
Calefacción por radiadores de agua (GLP)	3801	3307	6386	3801	3801	3307	2813	2813	7603

Fuente: Elaboración propia

En los casos de utilización de gas para los artefactos se considera que las viviendas con Altos Ingresos tienen una superficie media de 150 m² u 80 m² ya sea con gas natural o GLP respectivamente, en Ingresos Medios se consideran 100 m² u 80 m² respectivamente y en Ingresos Bajos se consideran 60 m² en ambos casos.

⁶⁵ Proyecto LEAP ARG EK-GIZ. (2023) Secretaría de Energía. Euroclima. GIZ.

⁶⁶ <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

⁶⁷ <https://www.smn.gov.ar/descarga-de-datos>

El siguiente cuadro muestra la proporción de hogares que respondieron poseer al menos un artefacto, diferenciados por Ingresos y locación urbana o rural.

Cuadro 34 – Tenencia de artefactos de Calefacción

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Split Baja Potencia	15%	9%	6%	10%	8%	7%	
Split Alta Potencia	7%	5%	2%	5%	5%	2%	
Estufa (caloventor, radiador, convector, etc.)	22%	22%	25%	11%	6%	17%	
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	19%	18%	11%	15%	15%	13%	
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	39%	30%	17%	50%	48%	39%	
Calefacción centralizada a gas	3%	2%	1%	3%	1%	0.2%	
Calefacción por losa radiante	3%	1%	0.3%	0.2%	1%	0.2%	
Calefacción por radiadores de agua	2%	1%	0.3%	3%	1%	1%	
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	2%	4%	5%	2%	8%	10%	
Estufa a Kerosene	0.1%	0.2%	0.3%	0.1%		1%	50%
Hogar/Salamandra a leña	3%	5%	6%	2%	8%	10%	50%

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo, en la nota “Residencial – Calefacción”, se puede consultar la Energía Final y la Energía útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos.

La Encuesta de Gastos de Hogares se realiza solo en los centros urbanos, por lo tanto, para los hogares rurales, no se tiene información de los artefactos que existen dentro de las viviendas. Para solucionar esta ausencia de dato se tomará como base el consumo por hogar de nivel medio de la provincia de Buenos Aires que es la que contiene más del 10% de los establecimientos agropecuarios. Para los hogares rurales dispersos se considera que solo acceden a kerosene y leña. Es posible que en estos casos estén cubiertos por el programa PERMER y tengan acceso a la electricidad, pero con la información disponible no es posible de verificar.

Luego de estos cálculos se puede resumir la Energía Útil que obtenemos en los sectores el uso calefacción.

Cuadro 35 – Energía Final y Energía Útil – Calefacción (kTep)

SECTOR	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	53.2%	2714	1954	72%
Ingresos Medios	18.6%	948	643	68%
Ingresos Bajos	26.9%	1370	893	65%
Rurales	1.3%	67	44	66%
	100%	5099	3534	69%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 36 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad			100%				
Gas Natural			100%				
Gas Licuado de Petróleo			100%				
Kerosene			100%				
Leña			100%				

Fuente: Elaboración propia

Cocción de Alimentos

En este grupo se detallan los artefactos que se utilizan para la cocción de los alimentos como su título lo indica. La tenencia de los mismos se obtiene de los resultados de la ENGHo. Las eficiencias de los distintos artefactos surgen de los datos del ENARGAS.⁶⁸ Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en dicho informe y la información que surge de la ENGHo⁶⁹. La cantidad de horas se asume que es igual para todas las regiones reconociendo que podría haber una pequeña diferencia en la utilización de los hornos en las zonas frías.

Cuadro 37 – Artefactos para Cocción de Alimentos en el Hogar

ARTEFACTO	POTENCIA	ENERGIA	EFICIENCIA	HORAS DE USO		
				Alto	Medio	Bajo
Anafe eléctrico	1.997 kW	EE	69.70%	379	379	401
Horno eléctrico	2.343 kW	EE	83.30%	241	241	248
Microondas	0.914 kW	EE	58.00%	64	64	57
Cocina a gas	0.291 m3/h	GN	55.90%	731	731	839
Anafe a gas	0.150 m3/h	GN	52.50%	756	756	852
Horno a gas	0.320 m3/h	GN	63.90%	297	297	286
Cocina a gas	0.246 kg/h	GLP	55.90%	851	851	987
Anafe a gas	0.127 kg/h	GLP	52.50%	834	834	953
Horno a gas	0.195 kg/h	GLP	63.90%	254	254	234

Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra la proporción de hogares que respondieron poseer al menos un artefacto, diferenciados por Ingresos y locación urbana o rural.

Cuadro 38 – Tenencia de artefactos de Cocción

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Anafe eléctrico	2%	2%	1%	1%	0.2%	0.2%	
Horno eléctrico	19%	15%	12%	5%	4%	2%	
Microondas	55%	45%	27%	29%	28%	24%	
Cocina a gas	45%	46%	46%	27%	34%	40%	
Anafe a gas	26%	27%	24%	19%	17%	17%	
Horno a gas	25%	27%	24%	19%	17%	17%	
Cocina a GLP	1%	2%	4%	16%	23%	32%	
Anafe a GLP	1%	1%	2%	15%	17%	16%	
Horno a GLP	1%	1%	2%	14%	16%	16%	
Cocción a Leña							100%

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo, en la nota “Residencial – Cocción”, se puede consultar la Energía Final y la Energía útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos.

⁶⁸ <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>

⁶⁹ <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

Para los hogares Rurales, debido a que la Encuesta de Gastos de Hogares se realiza solo en los centros urbanos no se tiene información de los artefactos que existen dentro de las viviendas rurales. Para solucionar este inconveniente se toma como base el consumo por hogar de nivel medio de la provincia de Buenos Aires que es la que contiene más del 10% de los establecimientos agropecuarios. Para los hogares rurales dispersos se considera que solo acceden a leña de uso en salamandras.

Se conoce de la existencia de cocinas solares térmicas, principalmente en zonas alejadas de las redes de distribución, pero no existe información suficiente para estimar los consumos energéticos.

A partir de estos cálculos se puede resumir la Energía Útil que se obtiene en los sectores para el uso en cocción.

Cuadro 39 – Energía Final y Energía Útil – Cocción (kTep)

SECTOR	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	27.2%	607	317	52%
Ingresos Medios	18.6%	415	214	52%
Ingresos Bajos	51.6%	1153	591	51%
Rurales	2.6%	58	29	50%
	100%	2233	1151	52%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad			100%				
Gas Natural			100%				
Gas Licuado			100%				
Leña			100%				

Fuente: Elaboración propia

Calentamiento de agua

En este grupo se detallan los artefactos que se utilizan para el calentamiento del agua como su título lo indica. Los mismos se obtienen de los resultados de la ENGHo. Las eficiencias de los distintos artefactos surgen de la parametrización de los modelos de proyección de demanda.⁷⁰ Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en dicho informe y la información que surge de la ENGHo⁷¹. La energía anual por artefacto y zona geográfica se obtiene de la misma manera para cada nivel de ingresos considerando las regiones separadas en Cálida, Templada y Fría tal como fue realizado en dicho informe.

Cuadro 41 – Artefactos para Calentamiento de Agua en el Hogar

⁷⁰ Proyecto LEAP ARG EK-GIZ. (2023) Secretaría de Energía. Euroclima. GIZ.

⁷¹ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

ARTEFACTO	ENERGIA	EFICIENCIA (%)
Calefón eléctrico	Electricidad	45%
Termotanque eléctrico		75%
Calefón a gas c/piloto	Gas Natural	45%
Calefón a gas s/piloto		45%
Termotanque a gas		75%
Agua caliente caldera propia		75%
Agua caliente central		75%
Calefón a GLP s/piloto	Gas Licuado	45%
Calefón a GLP c/piloto		45%
Termotanque a GLP		75%

Fuente: Elaboración propia

Para la región que no posee acceso al gas natural se asume que todos los artefactos que utilizan gas son alimentados a gas licuado de petróleo. Para los hogares rurales dispersos se asume participaciones de calefones a gas licuado en sus dos variantes, con y sin piloto. Se sabe de la existencia de calefones solares pero la información es insuficiente para incluirlos en este estudio.

El siguiente cuadro muestra la proporción de hogares que respondieron poseer al menos un artefacto, diferenciados por Ingresos y locación urbana o rural.

Cuadro 42 – Tenencia de artefactos de Calentamiento de Agua Sanitaria

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Calefón eléctrico	4%	11%	20%	4%	9.2%	25.3%	
Termotanque eléctrico	7%	9%	11%	3%	7%	11%	
Calefón a gas c/piloto	28%	23%	15%	21%	23%	21%	
Calefón a gas s/piloto	2%	2%	1%	1%	2%	1%	
Termotanque a gas	41%	36%	23%	69%	58%	41%	
Agua caliente caldera propia	2%	0.5%	0.3%	1%	0.3%	0.4%	
Agua caliente central	3%	1%	1%	1%	0.2%	1%	
Calefón a GLP s/piloto				1%	0.0%	1%	50%
Calefón a GLP c/piloto	0.1%			4%	2%	1%	50%
Termotanque a GLP	0.1%	0.1%	0.1%	4%	2%	1%	

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo, en la nota “Residencial – Calentamiento de Agua”, se puede consultar el consumo medio y la Energía Final y Útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos. Luego de estos cálculos se puede resumir la Energía Útil que se obtiene en los sectores para el uso calentamiento de agua.

Cuadro 43 – Energía Final y Energía Útil – Calentamiento de agua (kTep)

SECTOR	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	37.1%	344	221	64%
Ingresos Medios	21.8%	202	129	64%
Ingresos Bajos	39.3%	364	231	63%
Rurales	1.7%	16	8	50%
	100%	926	589	64%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 44 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad			100%				
Gas Natural			100%				
Gas Licuado			100%				

Fuente: Elaboración propia

Conservación de Alimentos

En este grupo se detallan los artefactos que se utilizan para la conservación de los alimentos. Las eficiencias de los distintos artefactos surgen de los balances de energía útil de Brasil.⁷² Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en el informe de proyección de demanda ya mencionado y la información que surge de la ENGHo⁷³.

Cuadro 45 – Artefactos para Refrigeración de Alimentos

ARTEFACTO	ENERGIA	EFICIENCIA (%)
Heladera con freezer	Electricidad	65%
Heladera sin freezer		60%
Freezer		70%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, no existen variantes en los artefactos utilizados ni por tecnología ni por tipo de energía, es cierto que existen distintos niveles de eficiencia a cada artefacto, pero los mismos no fueron documentados. Para los hogares rurales dispersos se asume la media del sector de bajo recursos y una cobertura del 60%.

Cuadro 46 – Tenencia de artefactos de Conservación de Alimentos

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Heladera con freezer	80.8%	78.2%	72.8%	80%	77.4%	72%	
Heladera sin freezer	7.9%	9.1%	12.8%	10%	16%	20%	60%
Freezer	11.8%	9.2%	9.4%	9%	7%	8%	

Fuente: Elaboración propia

⁷² <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

⁷³ <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

En el Anexo, en la nota “Residencial – Conservación de Alimentos”, se puede consultar el consumo medio y la Energía Final y Útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos. Luego de estos cálculos se puede estimar la Energía Útil que se obtiene en los sectores para el uso conservación de alimentos.

Cuadro 47 – Energía Final y Energía Útil – Conservación de alimentos (kTep)

SECTOR	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	35.7%	267	174	65%
Ingresos Medios	19.3%	144	94	65%
Ingresos Bajos	40.6%	304	198	65%
Rurales	4.4%	33	20	61%
	100%	748	486	65%

Fuente: Elaboración propia

El análisis por tipo de energía no aporta ninguna información porque la única energía posible de utilizar es la energía eléctrica.

Cuadro 48 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Genración de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad				100%			

Fuente: Elaboración propia

Refrigeración del Hogar

En este grupo se detallan los artefactos que se utilizan para la refrigeración de la vivienda. Los mismos se obtienen de los resultados de la ENGHo. Las eficiencias de los distintos artefactos surgen de los documentos mencionados en los usos anteriores al igual que el consumo anual energético⁷⁴. Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en dicho informe y la información que surge de la ENGHo⁷⁵.

Cuadro 49 – Artefactos para Refrigeración

ARTEFACTO	ENERGIA	EFICIENCIA (%)
Aire acondicionado - Compacto	Electricidad	74%
Ventilador		75%
Refrigeración central		79%

ARTEFACTO	ENERGIA	EER (%)
Split baja potencia	Electricidad	330%
Split Alta Potencia		330%

Fuente: Elaboración propia

⁷⁴ Para los acondicionadores tipo Split se indica el Coeficiente de Conversión Energética (EER). Ver nota en el Anexo “Bombas de Calor – Aires Acondicionados”

⁷⁵ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

Para los hogares rurales dispersos se asume la media del sector de bajo recursos. El siguiente cuadro muestra la proporción de hogares que respondieron poseer al menos un artefacto, diferenciados por Ingresos y locación urbana o rural.

Cuadro 50 – Tenencia de artefactos de Refrigeración del Hogar

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Split baja potencia	45%	32%	20%	27%	25%	16%	
Split alta potencia	19%	12%	7%	10%	9%	4%	
Aire acondicionado - Compacto	8%	9%	9%	4%	5%	3%	
Ventilador	64%	70%	74%	57%	61%	76%	80%
Refrigeración central	1%	0.2%	0.3%	2%			

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo, en la nota “Residencial – Refrigeración del Hogar”, se puede consultar el consumo medio y la Energía Final y útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos. Luego de estos cálculos se puede estimar la energía útil que se obtiene en los sectores para el uso conservación de alimentos. Los rendimientos superiores al 100% que no son termodinámicamente lógicos se justifican por la utilización de equipos Split que equiparan la relación termo-eléctrica como si fuera una eficiencia.

Cuadro 51 – Energía Final y Energía Útil – Refrigeración (kTep)

SECTOR	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	40.8%	227	615	271%
Ingresos Medios	19.6%	109	257	236%
Ingresos Bajos	37.3%	208	421	202%
Rurales	2.3%	13	18	138%
	100%	557	1311	235%

Fuente: Elaboración propia

El análisis por tipo de energía no aporta ninguna información porque el único tipo de energía posible de utilizar es la energía eléctrica.

Cuadro 52 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad				100%			

Fuente: Elaboración propia

Iluminación

En este grupo se detallan los artefactos que se utilizan para la iluminación de la vivienda. Los mismos se obtienen de los resultados de la ENGHo. Las eficiencias de los distintos artefactos surgen de los documentos de proyección de demanda mencionados anteriormente al igual que el consumo anual energético. Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en dicho informe y la información que surge de la ENGHo⁷⁶.

⁷⁶ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

Cuadro 53 – Artefactos para Iluminación

ARTEFACTO	ENERGIA	EFICIENCIA (%)	POTENCIA (W)	HORAS DE USO
Incandescentes	Electricidad	2%	85	898
Halógenas		11%	56	848
Bajo consumo		17%	17	894
Led		23%	7	868
Tubo		15%	39	1001

Fuente: Elaboración propia

Para los hogares rurales no se dispone de información. Por otra parte, en la Encuesta de Gastos de Hogares se asumió seis lámparas por hogar. El siguiente cuadro muestra la proporción de hogares que respondieron poseer los tipos de artefactos de iluminación, diferenciados por Ingresos y locación urbana o rural.

Cuadro 54 – Tenencia de artefactos de Iluminación

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Incandescentes	0.5%	7%	3%	s/d	s/d	s/d	s/d
Halógenas	1%	5%	1%	s/d	s/d	s/d	s/d
Bajo consumo	3%	29%	8%	s/d	s/d	s/d	s/d
Led	2%	18.9%	3.8%	s/d	s/d	s/d	s/d
Tubo	1%	8%	2%	s/d	s/d	s/d	s/d

Fuente: Elaboración propia

Luego de estos cálculos podemos resumir la energía útil que resulta en los sectores para el uso iluminación.

Cuadro 55 – Energía Final y Energía Útil – Iluminación (kTep)

SECTOR	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	7.4%	21	3	14%
Ingresos Medios	53.2%	151	17	11%
Ingresos Bajos	39.4%	112	11	10%
Rurales		s/d	s/d	
	100%	284	31	11%

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo, en la nota “Residencial – Iluminación”, se puede consultar el consumo medio y la Energía Final y Útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos. El análisis por tipo de energía no aporta ninguna información porque la única energía posible de utilizar es la energía eléctrica.

Cuadro 56 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldadura	Otros
Electricidad					100%		

Fuente: Elaboración propia

Otros Usos

En este grupo se detallan los artefactos que se utilizan para otros usos no especificados anteriormente como ser lavarropas, computadoras, televisores, etc. Los mismos se obtienen de los resultados de la ENGHo. Para determinar las horas de uso se parte de los cálculos realizados en dicho informe y la información que surge de la ENGHo⁷⁷. La eficiencia de los lavarropas se considera del 75% y las planchas del 80%⁷⁸. Para las bombas de pozo se considera el 31% debido a los rozamientos en cañerías y válvulas.

Los rendimientos del resto de los equipamientos, televisores y computadoras, son estimados dado que no se posee información ni metodología de medición.

Cuadro 57 – Artefactos para Otros Usos

ARTEFACTO	ENERGIA	EFICIENCIA (%)
Lavarropas automático	Electricidad	75%
Lavarropas semiautomático		75%
Tv LED / LCD		50%
Tv tubo		20%
Computadora de Escritorio		80%
Plancha		80%
Bomba de pozo / cisterna		31%

Fuente: Elaboración propia

Para los hogares rurales dispersos se asume la media del sector de bajo recursos. El siguiente cuadro muestra la proporción de hogares que respondieron poseer los artefactos, diferenciados por Ingresos y locación urbana o rural.

Cuadro 58 – Tenencia de artefactos de Otros Usos

ARTEFACTO	HOGARES URBANOS			HOGARES RURALES			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	DISPERSO
Lavarropas automático	71%	65%	50%	24%	23%	20%	60%
Lavarropas semiautomático	7%	14%	24%	3%	5%	8%	
Tv LED / LCD	100%	84%	68%	33%	29%	27%	40%
Tv tubo	22%	34%	44%	7%	9%	13%	
Computadora de Escritorio	36%	30%	20%	11%	11%	10%	
Plancha	60%	58%	51%	21%	21%	19%	80%
Bomba de pozo / cisterna	6%	8%	8%	2%	1%	2%	

Fuente: Elaboración propia

⁷⁷ <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

⁷⁸ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

En el Anexo, en la nota “Residencial – Otros Usos”, se puede consultar el consumo medio, la Energía Final y Útil, para cada artefacto, localización y nivel de ingresos. Luego de estos cálculos se puede estimar la energía útil que se obtiene en los sectores de otros usos.

Luego de estos cálculos se puede estimar la Energía Útil que se obtiene en los sectores para Otros Usos.

Cuadro 59 – Energía Final y Energía Útil – Otros Usos (kTep)

SECTOR	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Ingresos Altos	35.2%	320	209	65%
Ingresos Medios	20.3%	184	115	63%
Ingresos Bajos	40.0%	363	209	58%
Rurales	4.5%	41	29	71%
	100%	908	562	62%

Fuente: Elaboración propia

El análisis por tipo de energía no aporta ninguna información porque la única energía posible de utilizar es la energía eléctrica.

Cuadro 60 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad							100%

Fuente: Elaboración propia

Balance del Sector Residencial

Con respecto al Balance Energético Nacional se tiene una diferencia apreciable, en el orden del 35% para la electricidad y el gas natural, que surge de tomar como base la ENGHo que, como se indica, subestima los consumos porque no da cuenta de la cantidad de los equipamientos, solo de la calidad. Por lo tanto, al partir de un análisis bottom-up los consumos finales son sensiblemente menores.

A continuación, se muestran todos los resultados de los análisis de los consumos de energía calculados para cada uso y energético.

Cuadro 61 – Fuentes, consumos y Energía Útil Sector Residencial – Por usos (kTep)

SECTORES	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Calefacción	47.4%	5099	3534	69.3%
Cocción de alimentos	20.8%	2233	1151	51.5%
Calentamiento de agua	8.6%	926	589	63.6%
Conservación de alimentos	7.0%	748	486	65.0%
Refrigeración	5.2%	557	1311	235.4%
Iluminación	2.6%	284	31	10.9%
Usos Varios	8.4%	908	562	61.9%
	100%	10755	7664	71.3%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 62 – Fuentes, consumos y Energía Útil Sector Residencial – Por Energía (kTep)

ENERGIAS	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Gas Natural	67.2%	7045	4251	60.3%
Electricidad	29.1%	3051	3208	105.1%
Gas Licuado	2.5%	261	140	53.6%
Leña	1.3%	134	59	44.0%
	100%	10491	7658	73.0%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 63 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Electricidad			27%	34%	9%		30%
Gas Licuado			100%				
Leña			100%				

Fuente: Elaboración propia

Sector Comercial y Público

Este sector engloba un grupo variado de subsectores como Comercio, Centros Educativos, Centros de Salud, Alumbrado Público, Provisión de Agua potable y Saneamiento.

Para caracterizar el sector se requiere de gran y diversa cantidad de información, aunque por sus características, al momento de realizado el documento, hay ausencia de la misma que respalde con precisión algunos aspectos. Si bien se pueden identificar varios datos, estos están orientados a la gestión y no a los análisis energéticos por lo tanto se utilizó en algunos casos aproximaciones o indicadores internacionales para poder construir un diagnóstico de base que aproxime a la realidad

Las fuentes energéticas utilizadas por estos sectores son electricidad, gas natural y, eventualmente, gas licuado en las zonas sin acceso a los gasoductos; los usos predominantes son iluminación y calefacción. No se espera encontrar uso de combustibles líquidos o recursos primarios. Se conoce de la utilización de paneles fotovoltaicos (por ejemplo, el programa PERMER en escuelas rurales) y un consumo residual de kerosene para calefacción en zonas de bajos recursos, pero no se dispone de información para incluirlos en este estudio.

A continuación, se desarrollan los distintos subsectores del Sector Comercial y Público.

Alumbrado Público

El alumbrado público, si bien no corresponde a un sector en sí mismo, sino que es una aplicación de la energía eléctrica, lo consideramos un sector por la relevancia que tiene dentro de las políticas de eficiencia energética y porque las distribuidoras de energía eléctrica informan por separado el consumo de las luminarias. Esto nos permite, desde su consumo de energía, aproximar un análisis de lo que sucede en el subsector.

De acuerdo a la información disponible existen 4.263.900 luminarias en el país⁷⁹ que pertenecen a distintas tecnologías: incandescentes (mayoritariamente), luminarias con dispositivos emisores de luz (LED) y de Sodio de Alta Presión (SAP NT). La política adoptada por la Secretaría de Energía indica que en un plazo razonable se deben reemplazar las lámparas incandescentes, a este efecto existe el Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE).

Cuadro 64 – Parque de Luminarias y Potencia (Watts)

TECNOLOGIA	ENERGIA	CANTIDAD	POTENCIA (W)
Incandescentes	Electricidad	3976100	255
LED		143900	141
SAP NT		143900	141
		4,263,900	

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la energía útil debemos calcular la energía consumida y aplicar la eficiencia de cada tecnología. Según el Plan de Acción Nacional de Energía y Cambio

⁷⁹ Fundación Bariloche. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

Climático⁸⁰ las luminarias se utilizan el 45% del tiempo lo que equivale a 3942 horas al año.

De acuerdo al Plan de Alumbrado Eficiente⁸¹ las luminarias LED tienen una emisión de, aproximadamente, 150 lúmenes/watt y las lámparas de Sodio unos 100 lúmenes/watt. La eficiencia se calcula estableciendo la capacidad de la luminaria de alcanzar los 683 lúmenes/watt que corresponde a la luz blanca⁸². De acuerdo a estos parámetros las luminarias LED tendrán un 23% de eficiencia, las luminarias Sodio un 16% y las luminarias convencionales incandescentes un 2.3%. Con estos indicadores se calcula la energía útil obtenida en el Alumbrado Público.

Cuadro 65 – Energía Final y energía Útil (kTep) – Alumbrado Público

ENERGIAS	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Incandescentes	96.2%	344.0	8.0	2.3%
LED	1.9%	6.9	1.6	23.0%
SAP NT	1.9%	6.9	1.1	16.0%
	100%	357.8	10.7	3.0%

Fuente: Elaboración propia

A los efectos del Balance Final se considera como único recurso utilizado la Electricidad para el uso de Iluminación.

Si se comparan los datos con los utilizados en el Balance Nacional 2022 se tiene una diferencia del 9% que se justifica considerando que desde el año 2017, del cual se tomaron los datos, hasta el 2022 que se realiza el balance se continuaron los recambios de luminarias lo que es acompañado por una baja de la energía utilizada dado que el parque lumínico en su conjunto es más eficiente.

Agua Potable y Saneamiento

En este sector se consignan los consumos energéticos de los establecimientos responsables del abastecimiento de Agua Potable y el Saneamiento de las aguas residuales. Se trata de un sector que consume energía eléctrica asociada básicamente al tratamiento y movimiento de fluidos, aunque pueden existir, en las oficinas administrativas, consumos de otros recursos, por ejemplo, para calefacción, pero no está contemplado ese uso por falta de información y de existir seguramente será un consumo residual frente a los consumos del proceso principal.

Para caracterizar el sector se utilizó información de Aguas y Saneamientos Argentinos (AYSA⁸³) que abarca la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 24 partidos del conurbano y representa el 60% del consumo energético del total del país. Luego se asume que el resto de las empresas de agua potable y saneamiento comparten las modalidades de consumo. Para el resto de empresas, se utilizó la cantidad de energía consumida, a partir de la información que entregan las Distribuidoras y Cooperativas de energía eléctrica. A continuación, se explica brevemente el funcionamiento del sector.

⁸⁰ <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/plan-nacional>

⁸¹ <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-sector-publico/pla-n-de-alumbrado-eficiente-plae>

⁸² <https://iluminica.com/la-eficiencia-luminosa-y-los-sistemas-led/>

⁸³ <https://www.aysa.com.ar/Que-Hacemos/Agua-potable>

El agua cruda se capta tal como se encuentra en la naturaleza (de ríos -agua superficial- o pozos -agua subterránea-), se potabiliza mediante un complejo proceso, se transporta y la distribuye a través de un sistema integrado por una red de ríos subterráneos, que la desplaza por gravedad hacia las estaciones elevadoras.

Desde estas estaciones, y por baterías de pozos de bombeo, el agua es impulsada a la red primaria -formada por conductos de gran diámetro- y de allí a la red secundaria, para que llegue a las viviendas apta para el consumo.

En el caso de las aguas residuales, se tratan los líquidos provenientes de la red cloacal troncal con el objetivo de remover los sólidos gruesos (residuos sólidos urbanos que se generan en los hogares), las grasas y la materia orgánica que se encuentra en forma de partículas y disuelta a través de un proceso biológico. Una vez terminado este tratamiento los efluentes son vertidos en el cuerpo receptor (Río de la Plata, Reconquista y Matanza, en el caso de AYSA) bajo especificaciones de vertido de agua según la autoridad de control correspondiente.

Como puede observarse, todo el proceso en sus distintas etapas consiste en bombeo, consumiendo energía eléctrica para el tratamiento y desplazamientos de los fluidos. Del reporte anual de la empresa se obtiene la matriz de consumo de energía.

Cuadro 66 – Energía Final y energía Útil (kTep) – Agua potable y Saneamiento

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Peoducción de agua	Electricidad	41.6%	46.3	14.3	31%
Transporte de agua		41.0%	45.6	14.1	31%
Otros procesos		0.2%	0.2	0.1	31%
Transporte de cloaca		8.5%	9.4	2.9	31%
Tratamiento de cloaca		7.0%	7.8	2.4	31%
Administración		1.7%	1.9	0.2	11%
		100%	111.2	34	31%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos del Balance Energético Nacional el consumo del sector fue de 1293 GWh lo que equivale a 111 kTep. Si se considera un rendimiento del 31%⁸⁴ en las bombas y motores se tiene 34 kTep de Energía Útil en el uso Fuerza Motriz, principalmente, para la Energía Eléctrica. El único recurso utilizado es la energía eléctrica que se distribuye entre los dos usos que presenta el sector.

Cuadro 67 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Electricidad	98.5%						1.5%

Fuente: Elaboración propia

⁸⁴ Normas IRAM 62405 y 62409 Etiquetado de motores eléctricos monofásicos y trifásicos. Los fabricantes más importantes indican que sus motores son Eficiencia IE1 o IE2 por lo tanto se puede asumir un 80% como rendimiento medio. Este rendimiento se ve afectado por las eficiencias de las bombas, válvulas y rozamientos en las cañerías. Por este motivo se reduce al 31%.

Hospitales y servicios de salud

El sector de Hospitales y Centros asistenciales de Salud es sumamente heterogéneo en su composición lo que, necesariamente, impacta en los consumos energéticos y en los usos que se le da a los mismos. Normalmente se manejan tres tipos de indicadores a nivel internacional para dar cuenta de las características del sector.

- Consumo por cama: Es la relación clásica utilizada, que en los últimos años ha perdido vigencia, debido a la reducción paulatina del número de camas en los hospitales, provocada por la reducción de la estancia media a menos de la mitad de tiempo, la implantación generalizada de sistemas de tratamiento ambulatorio (especialmente de cirugía), y el desarrollo de la atención domiciliaria y la telemedicina.
- Consumo por superficie: Es la relación más utilizada en la actualidad, por adaptarse mejor a la proporcionalidad de reparto de consumos, aunque no suele concretarse casi nunca si la superficie utilizada se refiere a superficie útil o superficie construida, por lo que los valores pueden ser bastante diferentes.
- Consumo por actividad: Por número de operaciones, número de consultas, número de estancias, número de urgencias, etc. Esta relación solamente se suele utilizar para la determinación de los costos de cada actividad del hospital.

La relación de superficie construida de hospital por cama instalada ha ido variando desde los 60 m² por cama en los años 70 hasta los cerca de 200 m² de la actualidad. En nuestro país esta relación se encuentra en los 86 m²/cama según la información que se dispone del año 2017⁸⁵. Del mismo estudio se obtiene que existen 25.571 establecimientos de salud con una superficie construida de 19.678.342 m². En las estimaciones del consumo energético realizadas se indica una media de 0.9 GJ/m² lo que equivale a 243 kWh/m².

Consultando fuentes especializadas internacionales⁸⁶ se observa que en la zona atlántica de España el indicador señala 255 kWh/m², 274 kWh/m² en la zona continental o 255 kWh/m² en Chile y, por otro lado, la distribución de los consumos es 64% eléctrica y 36% térmica como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 68 – Distribución del consumo por usos – Hospitales y servicios de salud

TECNOLOGIA	Recurso Eléctrico	Recurso Térmico
Agua Caliente Sanitaria	3%	30%
Climatización	21%	54%
Iluminación	25%	
Otros usos	12%	
Esterilización		6%
Equipos Varios	39%	5%
Cocina		5%
	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

⁸⁵ Fundación Bariloche en base a datos del Ministerio de Salud, INDEC y Cámara Argentina de la Construcción, citado en "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

⁸⁶ Sanchez, A. – Gallostra, J. "Caracterización de Consumos Energéticos y Suministros en Hospitales". 2022

A partir de estos indicadores se pueden estimar los consumos por usos en los hospitales de nuestro país. El consumo total del sector fue de 4.782 GWh/año lo que equivale a 410 kTep.

Cuadro 69 – Energía Final y Energía Útil – Hospitales y servicios de salud

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Iluminación	Electricidad	16.1%	66.0	16.5	25%
Climatización	Gas Natural	19.0%	78.0	46.8	60%
	Electricidad	12.9%	53.0	39.8	75%
Generación de Calor	Gas Natural	2.0%	8.0	6.4	80%
Calentamiento de agua	Electricidad	12.9%	53.0	39.8	75%
Cocción	Gas Natural	2.0%	8.0	4.0	50%
Otros Usos	Gas Natural	2.0%	8.0	4.0	50%
	Electricidad	33.2%	136.0	108.8	80%
		100%	410.0	266	65%

Fuente: Elaboración propia

Se considera un 25% de rendimiento en Iluminación y generación de calor 80%⁸⁷. Para climatización se considera 60% con gas natural y 75% con energía eléctrica (no se asume bombas de calor en el sector) y calentamiento de agua 75%⁸⁸. Cocción 50%⁸⁹ y otros usos 50% con gas natural y 80% con electricidad los cuales fueron estimados porque no se dispone de información dado la diversidad de los equipamientos existentes.

Cuadro 70 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Electricidad	98.5%						1.5%

Fuente: Elaboración propia

Los recursos utilizados en el sector son la energía eléctrica y el gas natural que se distribuye entre los dos usos que presenta el sector. Claramente en las regiones que no acceden a los gasoductos debe existir un proceso de sustitución del gas natural, pero lamentablemente, no se dispone de información con ese nivel de detalle que nos indique cuál fue el recurso utilizado.

Establecimientos Educativos

En el presente apartado se analizan los consumos y energía útil de los establecimientos educativos, tanto escuelas en todos sus niveles como universidades. El sector es relativamente homogéneo en sus usos y recursos salvo en el caso de las provincias que carecen de acceso al gas natural. Al igual que en el resto de los sectores que conforman este grupo existe muy poca información oficial centralizada sobre consumos energéticos por lo tanto debemos construir el consumo a partir de indicadores representativos del sector. Para este fin utilizaremos los metros cuadrados de superficie útil de los edificios educativos.

⁸⁷ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

⁸⁸ Balance de Energía Util Industria. https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=29&c=18

⁸⁹ <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>

De acuerdo a los planes de desarrollo de la Cámara de la Construcción, en base a datos del Ministerio de Educación⁹⁰, para el año 2021 existían 60.221 establecimientos educativos con una matrícula de 12.937.253 alumnos. La proyección de nuevos alumnos al año 2024 indicaba la necesidad de incorporar 2.473.189 m² para albergar a 688.105 alumnos lo que da un valor medio aproximado de 3.7 m²/alumno⁹¹ suponiendo que se mantienen las hipótesis iniciales.

Los requerimientos de energía son 33 kWh/m² de electricidad y 3.5 m³/m² de gas natural o gas licuado de petróleo para los establecimientos de educación inicial, primaria, secundaria y superior no universitaria⁹². En el caso del sector universitario los requerimientos son 0.1 GJ/m² de electricidad y 0.416 GJ/m² de gas natural⁹³ En el caso del gas se tomó en cuenta la relación de las matrículas de las provincias con acceso al recurso y aquellas que no lo poseen y se determinó que el 14% representa el requerimiento que se satisface con Gas Licuado de Petróleo debido a la ausencia de Gas Natural.

Cuadro 71 – Distribución del consumo por usos – Establecimientos Educativos

TECNOLOGIA	Recurso Eléctrico	Recurso Térmico
Calefacción	3%	86%
Cocción	7%	14%
Iluminación	57%	
Equipos Varios	22%	
Refrigeración	11%	
	100%	100%

Fuente: Energía en Escuelas. Consumo y Potenciales Ahorros

De acuerdo a estos datos los requerimientos de energía son 136 kTep de energía eléctrica, 120 kTep de gas natural y 26 kTep de GLP en los sectores educativos no universitarios y 12 kTep de electricidad y 48 kTep de gas natural en las universidades, asumiendo que el mismo es accesible en todas las provincias.

Es probable que luego de esta redacción se modifiquen las participaciones en los rubros de calefacción y refrigeración desplazando al gas natural por electricidad con los nuevos artefactos con bomba de calor. Por otra parte, también es una tendencia la eliminación del gas natural en establecimientos educativos por cuestiones de seguridad.

Cuadro 72 – Energía Final y Energía Útil – Escuelas

⁹⁰ Cámara de la Construcción. "Infraestructura Escolar 2024-2033". Julio 2023

⁹¹ Programa Nacional 'Más Escuelas' del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Informe Preliminar de Cuantificación de la Inversión en Recursos Físicos para Educación.

⁹² Kralj, Maria. "Energía en Escuelas: Consumos y Potenciales Ahorros". Tesis de Maestría CEARE 2018

⁹³ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Iluminación	Electricidad	26.2%	90.0	22.5	25%
Calefacción	Gas Natural	44.0%	151.0	90.6	60%
	Electricidad	1.2%	4.0	3.0	75%
	Gas Licuado	6.4%	22.0	13.2	60%
Refrigeración	Electricidad	4.4%	15.0	11.3	75%
Equipos Varios	Electricidad	8.7%	30.0	24.0	80%
Cocción	Gas Natural	5.0%	17.0	8.5	50%
	Electricidad	2.9%	10.0	8.0	80%
	Gas Licuado	1.2%	4.0	2.0	50%
		100%	343.0	183.1	53%

Fuente: Elaboración propia

Para obtener los rendimientos por artefacto se utilizó el Balance de Energía Útil de Brasil⁹⁴ para iluminación, los datos de Eficiencia Energética en Argentina⁹⁵ para calefacción y los datos del ENARGAS⁹⁶ para cocción. El rendimiento de los equipos eléctricos varios fue estimado debido a que no existe información y en el caso de la refrigeración se indicó un rendimiento propio de los equipos que no poseen los sistemas avanzados de inverter y bombas de calor porque se asume que la gran parte de los establecimientos no los posee.

Cuadro 73 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Electricidad			9%	10%	60%		20%
Gas Licuado			100%				

Fuente: Elaboración propia

Hotelería

La actividad hotelera tiene un rol importante debido a que el turismo del país alcanzó cerca del 0.5% del Valor Agregado Bruto de la economía. Los establecimientos se clasifican en hoteles de 4 o 5 estrellas, de Alto Nivel, de 3 estrellas que configuran la media y, luego se encuentran establecimientos pequeños de 1 o 2 estrellas y los denominados Parahoteleros, Cabañas, etc. Para el año 2018 se contaba con 19.929⁹⁷ establecimientos en total de los cuales fueron encuestados por el INDEC⁹⁸ 1.677 establecimientos representando un 8% aproximadamente.

Cuadro 74 – Establecimientos Hoteleros, consumos medios

⁹⁴ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria>

⁹⁵ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

⁹⁶ <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>

⁹⁷ Datos Abiertos de Turismo - Padrón Único Nacional de Alojamiento (yvera.gov.ar)

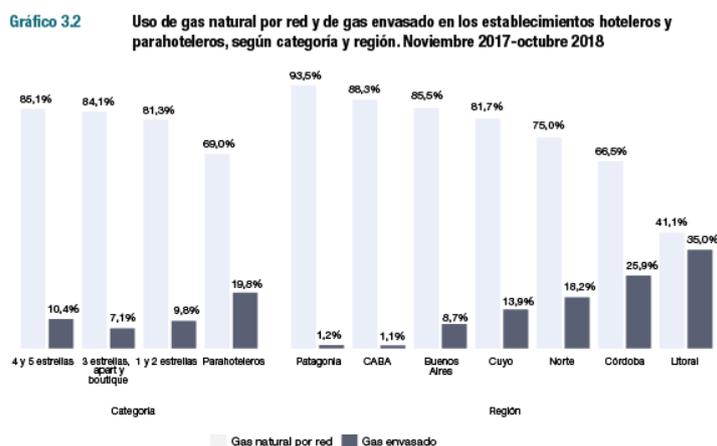
⁹⁸ INDEC - Encuesta de Sostenibilidad Ambiental en establecimientos hoteleros y Parahoteleros 2017/18 – Publicación 2023

CATEGORIA	Cantidad	Superficie Promedio m2	Consumo medio Gas (Tep)	Consumo medio Electricidad (Tep)
4-5 Estrellas	278	8429	101	79
3 Estrellas, Apart	453	2029	30	12
1-2 Estrellas	284	1162	19	4
Parahoteleros	662	807	18	3
	1677	12427		

Fuente: Elaboración propia en base a INDEC

El gas natural o el gas licuado de petróleo es el combustible más utilizado para calefaccionar los ambientes figurando como respuesta en más del 50% de los casos independientemente del tipo de hotel. El uso de electricidad para calefacción se ubica en segundo término con poco más del 30% de los casos en hoteles de 3 estrellas principalmente. La sustitución de gas natural por GLP se observa en el siguiente gráfico.

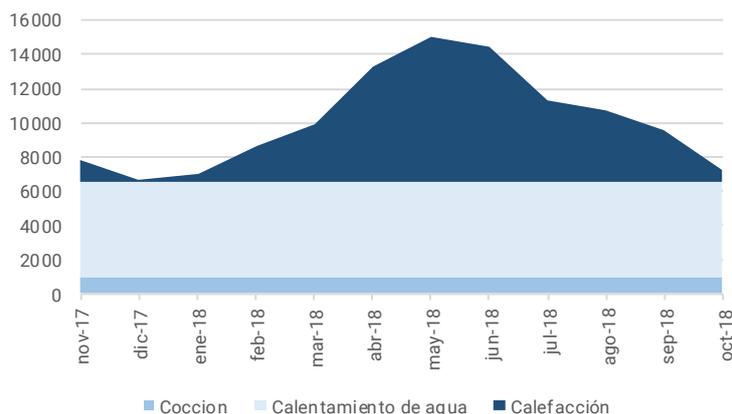
Gráfico 3 – Establecimientos Hoteleros – Uso del Gas



Fuente: INDEC

Los valores de los consumos medios de gas y electricidad por categoría se obtienen de la citada encuesta donde se informa el consumo medio mensual de ambos tipos de energía para las distintas categorías. Si se toma el consumo medio de los establecimientos de 4 y 5 estrellas se tiene la siguiente distribución anual del consumo.

Gráfico 4 – Consumo medio de gas – Hoteles 4 y 5 estrellas (m³)



Fuente: Elaboración propia en base a INDEC

Se observa claramente el efecto del consumo de la calefacción en los meses del invierno meridional. El resto del consumo mensual se distribuye entre calentamiento de agua y cocción⁹⁹. Para aplicar la Tesis mencionada se toma, para cada categoría, el menor consumo del año y se asume que el mismo corresponde al consumo destinado a cocción y calentamiento del agua distribuyendo un 15% para cocción y un 85% para el calentamiento de agua. El resto del consumo se asigna como calefacción. La distribución final a lo largo del año en cada sector se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 75 – Distribución de consumo de gas

CATEGORIA	Calefacción	Calentamiento de agua	Cocción
4-5 Estrellas	36%	54%	10%
3 Estrellas, Apart	41%	50%	9%
1-2 Estrellas	48%	44%	8%
Parahoteleros	44%	48%	8%

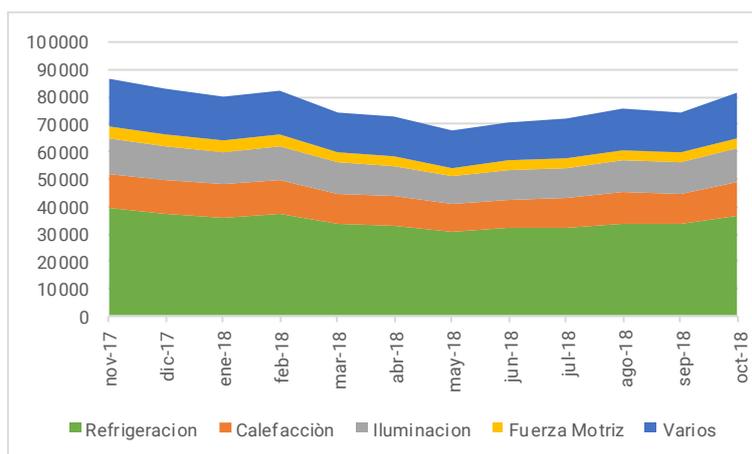
Fuente: Elaboración propia en base a INDEC

En el caso de la refrigeración, claramente con uso de energía eléctrica, es centralizada o sectorizada en los hoteles de 4 o 5 estrellas siendo individual por habitación en el resto de las categorías.

En el caso del calentamiento de Agua Sanitaria en casi la totalidad de los casos se utiliza gas natural salvo en las regiones que no poseen el acceso en las cuales se lo reemplaza con Gas Licuado de Petróleo. Para los sistemas de cocción, desayuno y comidas, poco más del 75 % de los establecimientos cuentan con cocina. El uso de la energía eléctrica es más constante a lo largo del año porque los usos no tienen cambios sustanciales con la temperatura y con las nuevas tecnologías los aparatos pueden generar tanto frío como calor.

Gráfico 5 – Consumo medio de electricidad – Hoteles 4 y 5 estrellas (kWh)

⁹⁹ Gil, Salvador et all. "Consumo Claves". ENARGAS. UNSAM. 2020



Fuente: Elaboración propia en base a INDEC

Cabe mencionar que en este sector es más importante las diferencias que existen entre las distintas categorías de establecimientos por la existencia de gimnasio, sauna, piscinas, salas de reuniones, etc. lo que marca una diferencia muy importante en los consumos entre las mismas.

Cuadro 76 – Distribución de consumo de electricidad - Hoteles

CATEGORIA	Refrigeración	Calefacción	Iluminación	Fuerza Motriz	Varios
4-5 Estrellas	45%	15%	15%	5%	20%
3 Estrellas, Apart	65%	10%	10%	5%	10%
1-2 Estrellas	76%	10%	10%	2%	2%
Parahoteleros	62%	25%	10%	1%	2%

Fuente: Elaboración propia en base a INDEC

Debido a la variabilidad de las características de los establecimientos, la distribución en los distintos usos se realizó en forma empírica consultando diversas fuentes nacionales e internacionales.¹⁰⁰

A partir de los consumos medios y la cantidad de establecimientos que participaron de la muestra y la distribución en los usos se puede calcular la energía útil. Para el uso iluminación se considera un 25% y para fuerza motriz un 89%.¹⁰¹ Para el uso de cocción se toma el 50%.¹⁰²

Para el uso climatización con gas se toma el 60% y en el caso de utilizar electricidad se toma el 75%, para calentamiento de agua se toma el 75%.¹⁰³ En el caso de aplicaciones varias del recurso eléctrico se asume un rendimiento del 80% suponiendo usos de equipamiento administrativo pero no existe confirmación al respecto.

Cuadro 77 – Energía final y Energía Útil – Hotelería

¹⁰⁰ Manual para la Evaluación de Inversiones en Eficiencia Energética en el Sector de Hoteles y Hospitales para Instituciones Financieras. CAF

¹⁰¹ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria> <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-seleccionados-da-industria>

¹⁰² <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>

¹⁰³ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Iluminación	Electricidad	4.7%	4.0	1.0	25%
Climatización	Gas Natural	28.2%	24.0	14.4	60%
	Electricidad	18.8%	16.0	12.0	75%
Fuerza Motriz	Electricidad	1.2%	1.0	0.9	89%
Calentamiento de agua	Gas Natural	35.3%	30.0	22.5	75%
Cocción	Gas Natural	5.9%	5.0	2.5	50%
Varios	Electricidad	5.9%	5.0	4.0	80%
		100%	85.0	57.3	67%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 78 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Electricidad	4%		62%		15%		19%

Fuente: Elaboración propia

Comercio Minorista

Este sector incluye una cantidad muy importante y diversificada de establecimientos, pero lo principal a los efectos de la Energía Útil es identificar los comercios que trabajan con conservación de alimentos para su comercialización en general, procesados o naturales, porque es el caso en que la refrigeración es importante.

Para estudiar el sector se comienza con los datos de la Encuesta Nacional de Centros de Compra que realiza el INDEC¹⁰⁴. Que corresponde a una encuesta que contempla una muestra de 4.833 establecimientos sobre un total de 186.741. De la encuesta se toma la cantidad de establecimientos consultados, el rubro al que pertenecen y la superficie de los establecimientos de donde se calcula la superficie media por rubro. Es importante la superficie porque los coeficientes específicos de consumos están dados en energía por metro cuadrado.

Para obtener la superficie total por rubro primero se identifican las actividades del CLAE (Clasificador de Actividad Económica – AFIP a 6 dígitos)¹⁰⁵ que están incorporados en cada rubro de la encuesta de actividad. Con esta información se toma el padrón de distribución geográfica de los establecimientos¹⁰⁶ y ese obtiene el total de establecimientos registrados para todo el país en cada rubro. La cantidad de establecimientos se multiplica por la superficie media de cada rubro calculada anteriormente para obtener el total.

Cuadro 79 – Establecimientos de Comercio Minorista – Cantidad y superficie

¹⁰⁴ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-1-36>

¹⁰⁵ https://datos.gob.ar/dataset/produccion_dd219131-47eb-431d-81e7-ab475914337d/archivo/produccion_19375a1a-68fa-48f6-9b81-de1d29d51ced

¹⁰⁶ <https://datos.produccion.gob.ar/dataset/distribucion-geografica-de-los-establecimientos-productivos/archivo/bda5ad25-e49d-41b6-80e2-271ab1f25bac>

RUBROS	ENCUESTA		Promedio m2	TOTALES	
	Establecimientos	Superficie m2		Establecimientos	Superficie m2
Indumentaria, calzado, marroquinería,	2332	270498	116	25014	2901474
Ropa y accesorios deportivos	206	67620	328	4665	1531298
Amoblamientos, decoración, textiles	268	85355	318	6038	1923035
Patio de comidas, alimentos y kioscos	820	100686	123	58335	7162827
Electronicos, electrodomesticos, computacion	167	42046	252	4683	1179050
Juguetería	83	11286	136	2379	323487
Librería y papelería	83	11364	137	3434	470168
Diversión y esparcimiento	110	239677	2179	1842	4013500
Perfumería y farmacia	130	15460	119	18419	2190444
Otros	634	93879	148	61932	9170527
	4833			186741	

Fuente: Elaboración propia

Se asume un consumo de 0.89 GJ/m² de gas natural para los establecimientos que no venden comestibles y 0.94 GJ/m² para el resto y 1.1 GJ/m² de electricidad para los primeros y 3.6 GJ/m² para los establecimientos que venden comestibles.¹⁰⁷ De esta manera tendremos en los establecimientos que venden productos alimenticios 156 kTep de Gas Natural y 599 kTep de Electricidad y en el resto de los establecimientos tendremos 490 kTep de Gas Natural y 605 kTep de Electricidad.

Cuadro 80 – Establecimientos de Comercio Minorista - Consumos

RUBROS	GAS NATURAL		ELECTRICIDAD	
	Giga Joule	kTep	Giga Joule	kTep
Indumentaria, calzado, marroquinería,	2582312	60	3191621	74
Ropa y accesorios deportivos	1362855	32	1684427	39
Amoblamientos, decoración, textiles	1711502	40	2115339	49
Patio de comidas, alimentos y kioscos	6733057	156	25786176	599
Electronicos, electrodomesticos, computacion	1049355	24	1296955	30
Juguetería	287903	7	355835	8
Librería y papelería	418450	10	517185	12
Diversión y esparcimiento	3572015	83	4414850	103
Perfumería y farmacia	1949495	45	2409489	56
Otros	8161769	190	10087580	234
		646		1204

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar los usos se considera un 26% de eficiencia en iluminación, 89% en fuerza motriz y 65% en refrigeración (no se considera la posibilidad de uso de bombas de calor e invertir en el sector)¹⁰⁸, 50% en cocción según el ENARGAS¹⁰⁹ y 60% de climatización con gas natural y 75% de eficiencia con energía eléctrica en climatización y en calentamiento de agua con ambos tipos de energía¹¹⁰. Para otros usos, ante la falta de información, se adopta un 80% dado que son usos eléctricos.

¹⁰⁷ Chartered Institution of Building Service Engineers (CIBSE) Guide F (2012) Energy Efficiency in Buildings.

¹⁰⁸ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados->

¹⁰⁹ <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf/eficiencia-coccion.pdf>

¹¹⁰ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

Cuadro 81 – Energía Final y Energía Útil – Comercio Minorista

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Iluminación	Electricidad	23.8%	440.0	114.4	26%
Climatización	Gas Natural	29.7%	549.0	329.4	60%
	Electricidad	13.7%	254.0	190.5	75%
Fuerza Motriz	Electricidad	8.4%	156.0	138.8	89%
Refrigeración	Electricidad	18.4%	341.0	221.7	65%
Calentamiento de agua	Gas Natural	2.1%	39.0	29.3	75%
	Electricidad	0.6%	12.0	9.0	75%
Coccion	Gas Natural	2.9%	54.0	27.0	50%
Varios	Electricidad	0.3%	5.0	4.0	80%
		100%	1850.0	1064.0	58%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 82 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Electricidad	13%		1%	49%	36%		

Fuente: Elaboración propia

Balance del Sector Comercial y Público

Con respecto al Balance Energético Nacional tenemos una diferencia del 19% que se justifica porque no estamos tomando en cuenta consumos de Gas Licuado de Petróleo, Carbón de Leña, Gasoil y Fueloil que se encuentran imputados en el Balance en este sector mediante coeficientes técnicos y que representan el 12% del consumo.

Por otra parte, no se incluyó en el análisis a los edificios oficiales lo que, claramente, elevaría el consumo del sector. Se cuenta con información preliminar pero no tiene la robustez necesaria para formar parte de este ejercicio.

A continuación, se muestran todos los resultados de los análisis de los consumos de energía calculados para cada uso y energético.

Cuadro 83 – Fuentes, consumos y Energía Útil - Comercial y Público – Por Sector (kTep)

SECTORES	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Alumbrado Público	11.3%	357.8	10.7	3.0%
Agua y Saneamientp	3.5%	111.2	34	30.6%
Servicio Sanitario	13.0%	410	266	64.9%
Servicio Educativo	10.9%	343	183.1	53.4%
Hoteles	2.7%	85	57.3	67.4%
Comercio	58.6%	1850	1064	57.5%
	100%	3157	1615.1	51.2%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 84 – Fuentes, consumos y Energía Útil - Comercial Y Público – Por Energía (kTep)

ENERGIAS	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Gas Natural	30.8%	971	585.4	60.3%
Electricidad	67.9%	2144	1002.6	46.8%
Gas Licuado	1.3%	42	27.2	64.8%
	100%	3157	1615.2	51.2%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 85 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			99%				1%
Electricidad	13%		16%	19%	45%		8%
Gas Licuado			100%				

Fuente: Elaboración propia

Industria

Este sector engloba a toda la Industria que comprende los sectores de Alimentos y Bebidas, Siderurgia, Química y Petroquímica, Minerales no Metálicos, Textil y Confecciones, Papel y Productos, Metales no ferrosos, Automotriz y Autopartes, Maquinaria y Equipos, Madera y Productos, Aluminio, Minerales no Metálicos y Minería.

Para caracterizar el sector se requiere de gran y diversa cantidad de información, que normalmente surge de encuestas y/o visitas puntuales, aunque dado el desarrollo del presente Balance se utilizan los diagnósticos de consultoras de renombre (Euroclima, Fundación Bariloche, etc.) para determinar los niveles de actividad y los usos. Luego se utilizan fuentes específicas para cada rubro para obtener los rendimientos de cada operación o los balances de energía útil de países que puedan ser asimilables al nuestro, las cuales se especifican más adelante en el desarrollo de esta sección.

El caso particular de Brasil es utilizado porque las principales ramas energointensivas coinciden en ambos países y las tecnologías se suponen semejantes dado que en muchos casos se tratan de grupos multinacionales que tienen establecimientos en ambos territorios.

Minería

La actividad minera en nuestro país cuenta con 1.588 empresas de las cuales, aproximadamente, 1.006 están en etapa productiva de acuerdo al Censo Nacional de Actividad Minera (CENAM-17)¹¹¹. Los diferentes tipos de extracciones consisten en minerales metalíferos, no metalíferos y rocas.

El consumo energético para la actividad se limita a gasoil para los vehículos y/o tractores, electricidad para fuerza motriz e iluminación y gas natural y gasoil para la generación de energía eléctrica (autogeneración).

De acuerdo al Censo de Actividad Minera el consumo de energéticos fue de 28.340 m³ por mes de gasoil para los vehículos, 757 m³ en usos varios y 5.119 m³ por mes de gasoil para generación eléctrica. En el caso del gas natural el consumo es de 328.706 m³ por mes para los vehículos, 30 millones de m³ por mes para generación eléctrica y 881 m³ por mes de usos varios.

Cuadro 86 – Consumo Generación Eléctrica

ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.	USO
GASOIL	15.1%	53.0	1.6	3%	Iluminación
			14.3	27%	Fuerza Motriz
GAS NATURAL	84.9%	299.0	9.0	3%	Iluminación
			80.7	27%	Fuerza Motriz
		352.0	105.6	30.0%	

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los equipos de generación eléctrica se considera que los mismos tienen un rendimiento del orden del 30% (equivalente a una central Turbo Vapor o

¹¹¹ <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-7-139>

Motogenerador) lo que será nuestra primera pérdida de energía. Luego, se puede suponer un 10% de uso en iluminación y 90% en fuerza motriz.

Para los rendimientos se considera 26% en iluminación, 48% en fuerza motriz, 44% en vehículos con motor diésel y 34% en vehículos con motor a gas natural.¹¹² En el caso de los usos varios se asume un 60%.

Cuadro 87 – Energía Final y Energía Útil – Minería

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Iluminación	Electricidad	1.6%	10.6	2.76	26%
Fuerza Motriz	Gas Natural	12.3%	80.7	38.74	48%
	Gasoil	2.2%	14.3	6.86	48%
Vehiculos	Gasoil	44.7%	293.0	128.92	44%
	Gas Natural	0.5%	3.0	1.02	34%
Varios	Gasoil	1.2%	8.0	4.80	60%
	Gas Natural	0.0%	0.01	0.01	60%
Generación	Gas Natural	31.9%	209.3	Pérdidas por autogeneración	
	Gasoil	5.7%	37.1		
		100%	656.0	183.1	28%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 88 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural	100%						
Electricidad					100%		
Gasoil	97%						3%

Fuente: Elaboración propia

Textiles y confecciones

La industria textil tiene una de las cadenas de producción más complejas en la industria. Generalmente, es un sector heterogéneo que está dominado por las pequeñas y medianas empresas. Su producción se caracteriza principalmente por la fabricación orientada a tres diferentes productos: ropa, ropa y elementos para el hogar y ropa para uso industrial. La fabricación de textiles es compleja debida a la amplia variedad de sustratos, procesos, maquinaria, componentes utilizados y los acabados de los diferentes productos.

El proceso comienza con la obtención de la materia prima en sus diferentes orígenes: Vegetales (algodón, lino, etc.), Animales (seda, lana, etc.). Artificiales (rayón, acetato, etc.) y Sintéticas (poliéster, poliamidas, etc.). El proceso continúa con el hilado, el tejido de los hilos, el teñido del hilo, el tejido de la tela y por último el procesamiento de la tela.

La localización geográfica de empresas de productos textiles se encuentra fundamentalmente en Buenos Aires, con una concentración de 35% en CABA y un 34% en partidos del Gran Buenos Aires. El resto de la provincia de Buenos Aires representa

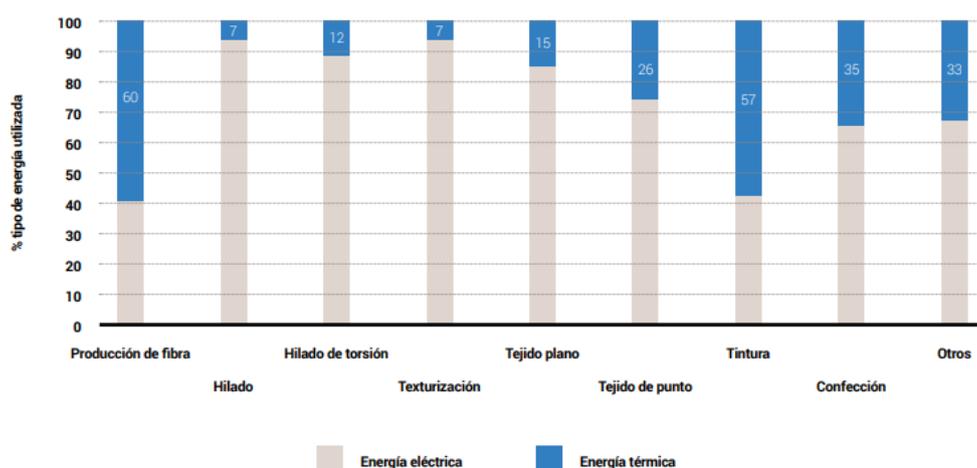
¹¹² <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

el 12% de las empresas, seguido por Córdoba (5%) y Santa Fe (4%). Chaco al encontrarse en las cercanías de la provisión de la materia prima cuenta con 2% de las empresas instaladas. En cuanto a la elaboración de prendas, la concentración se encuentra en CABA con más de la mitad de estas empresas, seguida GBA con el 20% y en menor medida por el resto de la provincia de Buenos Aires, con el 10%. Santa Fe y Córdoba participan con 6% y 5%.¹¹³

La industria textil no ocupa un lugar preponderante; Sudamérica en su conjunto aporta apenas el 2% de la producción mundial y ese mercado se encuentra dominado por México, Brasil y Perú. El proceso de producción en los sistemas de hilado utiliza principalmente motores eléctricos de potencia media. El proceso de confección generalmente es una operación en seco con preponderancia de equipamiento eléctrico. El tratamiento, blanqueo, lavado y tintura son procesos húmedos que requieren agua caliente y vapor normalmente alimentados con gas natural. La confección de prendas es intensiva en mano de obra con maquinaria eléctrica pero que no aporta un consumo significativo.

En el siguiente cuadro se muestra la participación de las energías térmicas y eléctricas en cada etapa del proceso.¹¹⁴

Grafico 6 – Distribución por Tipo de Energías – Textiles



Fuente: Manual para la elaboración de inversiones en Eficiencia Energética en el sector Textil - CAF

Según la misma fuente, el uso final de la energía eléctrica es 41% en el hilado, 18% en la estructuración del tejido, 29% en la humidificación, 4% en iluminación y 8% en otros usos. Para el gas natural se tiene un consumo del 35% en blanqueamiento y acabado, 15% en tintura, 15% en humidificación y 35% en pérdidas en la distribución del vapor y el calor. Para los motores se asume una eficiencia del 80% y un 65% para las calderas.

Los rendimientos de los distintos artefactos son del 97% en generación de vapor con electricidad, 80% en generación de vapor con gas natural, 90% en fuerza matriz de

¹¹³ <https://www.argentina.gob.ar/economia/planificacion-del-desarrollo-y-la-competitividad-federal/informes-productivos/informes-1>

¹¹⁴ Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing

maquinaria fija y 26% en iluminación.¹¹⁵ Para los casos en que la información es incompleta se asigna un 80% a equipamientos eléctricos varios.

De acuerdo al Balance Energético Nacional del año 2022, el consumo del sector textil fue de 502 kTep de energía eléctrica y 1008 kTep de gas natural, por lo tanto, la energía útil calculada para el sector Textiles será la siguiente.

Cuadro 89 – Energía Final y Energía Útil – Textiles

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Hilado	Electricidad	13.6%	205.8	164.66	80%
	Estructuración	6.0%	90.4	72.29	80%
Humidificación	Electricidad	9.6%	145.6	141.21	97%
	Gas Natural	10.0%	151.2	120.96	80%
Iluminación	Electricidad	1.3%	20.1	5.22	26%
	Otros	2.7%	40.2	32.13	80%
Blanqueamiento	Gas Natural	23.4%	352.80	282.24	80%
	Tintura	10.0%	151.2	120.96	80%
Perdidas	Gas Natural	23.4%	352.8	Pérdidas por Autogeneración	
		100%	1510.0	939.7	62%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 90 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural		97%			3%		
Electricidad	61%	30%					8%

Fuente: Elaboración propia

Automotriz y autopartes

La industria automotriz Argentina se compone de dos grandes ramas: las terminales automotrices propiamente dichas en la cuales se producen los automóviles, livianos, camiones u ómnibus y las empresas responsables de la producción de autopartes. El sector se compone de 10 terminales productoras de vehículos, 120 proveedores directos, 250 indirectos y 2 plantas pertenecientes a automotrices dedicadas a la fabricación de sistemas (transmisiones y sus partes). El sector es intensivo en la demanda de servicios (seguridad, higiene, logística, etc.) y las principales plantas están emplazadas en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y, en menor medida, Tucumán, San Luis y Tierra del Fuego.¹¹⁶ De las diez terminales, siete tienen una capacidad de producción de más de 100.000 automóviles al año. Ambos sectores, terminales y autopartistas, producen en forma sincronizada con stocks mínimos y cada vez más especializados. Los consumos energéticos están relacionados con la línea de la terminal llegando a cuadruplicarse entre una terminal que produce únicamente camiones o buses versus otra que solo produce automóviles.

¹¹⁵ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

¹¹⁶ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/fichas-sectoriales_automotriz-y-autopartes_julio_2021.pdf

De la literatura especializada se puede estimar que el consumo medio de energía de las terminales de automóviles es de 7.06 Gj/Vehículo¹¹⁷ y están en el orden de los valores de terminales internacionales lo que indica que no existe brecha tecnológica en el sector. Los recursos energéticos utilizados son el gas natural y la electricidad. El gas natural se utiliza para la generación de vapor y calor directo para los procesos de pintura y la electricidad es crítica en el proceso de soldadura, iluminación, ventilación y la producción de aire comprimido en los compresores. Salvo raras excepciones no es posible utilizar energéticos sustitutos.

El consumo de electricidad se obtiene a partir de la información de demanda en Grandes Usuarios de CAMMESA¹¹⁸ resultando el 3.9% del total del consumo industrial. El consumo de gas natural se obtiene de las planillas de gas entregado por rama de actividad de ENARGAS¹¹⁹ resultando el 1.0% del total del consumo industrial. Para el año 2022 que se está analizando se tienen 38 kTep de electricidad y 76 kTep de gas natural.

Cuadro 91 – Distribución de Energía Final – Automotrices

ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	USO
Electricidad	30.0%	34.2	Fuerza Motriz
	4.7%	5.3	Refrigeración
	12.0%	13.7	Soldadura
	12.0%	13.7	Ventilacion
	8.0%	9.1	Iluminacion
Gas Natural	4.0%	4.6	Calderas
	12.3%	14.1	Calor
	11.3%	12.9	Calefacción
	5.7%	6.5	Otros
	100%	114.0	

Fuente: Elaboración propia

Para distribuir la energía en los distintos usos se utilizó la huella de carbono publicada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.¹²⁰

Considerando un consumo específico medio de 7.2 Gj por unidad con una producción estimada en 550.000 unidades al año para el período 2022, resulta un valor de 90 kTep lo que marca una diferencia del 20% contra el consumo informado por las distribuidoras. Esto puede deberse a que la estimación del consumo por unidad puede estar subestimada debido a la presencia de fábricas de transporte pesado (camiones y ómnibus) o que en el caso del gas natural se estén incorporando proveedores de la terminal.

Para el cálculo de la energía útil se considera una eficiencia de 74% en vapor y calor, 90% en fuerza motriz (movimiento de maquinaria) y 26% en Iluminación.¹²¹ Para el

¹¹⁷ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹¹⁸ <https://cammesaweb.cammesa.com/informes-y-estadisticas/>

¹¹⁹ <https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13>

¹²⁰ Manufacturing Energy and Carbon Footprint: Transportation Equipment (NAICS 336)

¹²¹ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

proceso de soldadura un 50% y 75% para ventilación y refrigeración.¹²² Para los procesos varios no se dispone de una fuente específica y se considera un 50%.

Cuadro 92 – Energía Final y Energía Útil – Automotrices

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Vapor y Calor	Gas Natural	28.1%	32.0	24	74%
Fuerza Motriz	Electricidad	29.8%	34.0	31	90%
Iluminación	Electricidad	7.9%	9.00	2	26%
Soldadura	Electricidad	12.3%	14.00	7	50%
Refrigeración	Electricidad	4.4%	5.00	4	75%
Ventilación	Electricidad	12.3%	14.0	11	75%
Otros Usos	Gas Natural	5.3%	6.0	3	50%
		100%	114.0	80.9	71%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 93 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Gas Natural		13%	71%				16%
Electricidad	45%			25%	12%	18%	

Fuente: Elaboración propia

Madera y productos de madera

El sector foresto-industrial se compone de los segmentos de madera sólida transformada (transformación física) y celulosa y papel (transformación química). Las extracciones forestales provienen de bosques cultivados en el Litoral, donde las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos explican el 92% de la producción de madera comercial. En los bosques nativos, ganan peso provincias como Chaco, Formosa, Santiago del Estero y –en menor proporción– el este de Salta, que en conjunto concentran el 80% de la producción forestal nativa.

Dos tercios de la producción total de madera y el 90% de la producción de rollo de madera industrializada (con usos para productos de madera, pulpa y papel) surgen de las plantaciones forestales, por su parte, los bosques nativos explican el tercio restante. En este segmento el 80% de la producción se centra en leña y carbón vegetal y, en menor medida, la extracción de taninos y la fabricación de productos básicos de madera que completan los usos de la madera nativa con fines productivos.

La madera aserrada se obtiene principalmente de rollizos y constituye la principal actividad de la industria de madera sólida, que es utilizada para la producción de muebles, insumos para la construcción (como ventanas y encofrados), en carpinterías y fabricación de envases. La producción de madera aserrada alcanzó, según datos oficiales, 3,1 millones de metros cúbicos en el año 2020.¹²³

¹²² https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹²³ Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, 2022

Dentro de la producción de tableros, que alcanza alrededor de 1 millón de m³, deben diferenciarse las tres grandes variedades de este producto: los tableros de partículas, los de fibra y los contrachapados (o terciados).

Los tableros de partículas transforman madera en rollo, restos de aserrado, astillas o partes muy pequeñas como aserrín en paneles a través de un proceso de trituración hasta conseguir partículas que luego son compactadas y prensadas para lograr un tablero. Los tableros de fibras, por su parte, son un aglomerado de fibras de madera (más pequeñas que las partículas) unidas entre sí con un adhesivo y prensadas. Los tableros contrachapados, compensados o terciados de madera utilizan directamente el rollo de madera, el cual es laminado mecánicamente, para luego adherir con fenólicos las chapas o capas obtenidas de modo de obtener un tablero resistente.

En materia de energía térmica a base forestal se destacan las utilidades de los pellets y chips de madera. Argentina cuenta con un incipiente desarrollo de la industria de pellets, que presenta un poder calorífico mayor a la leña, pero inferior al carbón, que son producidos a partir de los residuos generados en los procesos de madera aserrada al igual que los tableros de partículas o de fibras. Al día de hoy se cuenta con capacidad de 150.000 tn/año en materia de pellets, con capacidades instaladas en al menos 8 empresas.¹²⁴ La diferencia de usos entre ambas opciones radica en el tipo de demanda que encuentran. Los chips son principalmente consumidos por equipamiento de energía térmica utilizados en la industria o agroindustria, mientras que los pellets se utilizan en equipos de uso doméstico y comercial (estufas). No obstante, algunas industrias son consumidoras de pellets.

De acuerdo a los diagnósticos sectoriales realizados por las consultoras nacionales, el consumo específico del sector es de 360 kWh/m³, discriminados como 300 kWh/m³ de electricidad y 60kwh/m³ para generar calor.¹²⁵ Considerando una producción media de 4.1 millones de madera procesada nos arroja un consumo anual de 106 kTep de energía eléctrica y 21 kTep de energía térmica. Estos consumos se distribuyen 91% en secado y 9% en prensado en caliente para el gas y 94% en maquinaria y 6% en iluminación para la energía eléctrica.¹²⁶

Se observa que aparece una pérdida en generación de energía y vapor debido a que las grandes empresas de este rubro disponen de centrales Turbo Vapor de las cuales obtienen parte de la energía eléctrica y el vapor de proceso para generar calor. Los principales insumos que utilizan son restos de madera, licor negro y gas natural (en una de ellas que tiene acceso al recurso). Se considera que la central de generación tiene un rendimiento del 30% (asimilable a una central Turbo Vapor) y se agrega una recuperación del 30% del calor de proceso.

Se considera un rendimiento de 92% en la fuerza motriz, 25% en iluminación, 50% en la generación de calor para los hornos de secado y 90% en la generación de vapor de las calderas para el prensado.¹²⁷

Cuadro 94 – Energía Final y Energía Útil – Maderas

¹²⁴ Plan Estratégico Forestal y Foresto Industrial 2030.

¹²⁵ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹²⁶ Gutierrez, R et al. Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo de una empresa de tableros contrachapados. 2019

¹²⁷ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fuerza Motriz	Electricidad	12.4%	100.0	92.00	92%
Iluminación	Electricidad	0.7%	6.0	1.50	25%
Secado	Gas Natural	2.3%	19.00	9.50	50%
Prensado	Gas Natural	0.2%	2.0	1.80	90%
Generación	Varios	84.3%	682.0	409.00	60%
		100%	809.0	513.8	64%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 95 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural		10%	90%				
Electricidad	94%				6%		
Varios		100%					

Fuente: Elaboración propia

Papel y productos de Papel

El sector de la industria del papel y productos se encuentra íntimamente ligado al sector de madera dado que es uno de sus principales insumos. Es así que las grandes empresas del sector de madera también lo son del sector de producción de pasta celulósica o papeles y cartones.

La obtención de la celulosa se logra por dos métodos: en forma mecánica por molido y triturado lo que tiene un alto consumo energético debido a que se realiza a altas temperaturas (140 °C) que es el rango en el cual se puede aislar la lignina y separar las fibras. Este proceso se estima con un consumo de unos 1600 kWh/tn.

La segunda opción es la obtención por métodos químicos donde predomina el uso de energía térmica en diferentes etapas de cocción y presurizado. Igualmente, importante es el sector que utiliza bagazo (fibras de la molienda de caña de azúcar) como materia prima o, directamente, papel reciclado. El papel puede soportar hasta siete ciclos de reciclado sin perder sus propiedades.

La producción nacional se puede estimar en unos 2 millones de toneladas de papel y unas 800 toneladas de pasta celulosa. El consumo específico estimado es de 11.1 GJ/tn¹²⁸ que equivale a 0.257 Tep/tn que está dentro de la media mundial de 0.2 Tep/tn en Europa o 0.4 Tep/tn en Uruguay o Brasil pero en estos dos países se produce principalmente pulpa que es más energointensiva. A partir de este valor se puede estimar un consumo anual de 773 kTep de electricidad y, principalmente, gas natural.

Si tomamos los datos de CAMMESA (192 kTep) y ENARGAS (386 kTep) nos daría 578 kTep anuales, pero estamos en el mismo caso que en la madera, son las mismas empresas por lo tanto hay un componente de energía autogenerada. No vamos a incluir las pérdidas por generación en este apartado porque ya fueron incluidas totalmente en el sector Madera.

¹²⁸ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

Para descomponer la energía en sus usos vamos a usar la proporción de 2800 kWh/tn eléctricos contra 1080 kWh/tn térmicos indicada en los estudios de la CAF¹²⁹ lo que significa 72% energía eléctrica y 28% gas natural o calor de proceso.

Los rendimientos son 91% en fuerza motriz. 25% en iluminación, 50% en hornos y 90% en calderas.¹³⁰

Cuadro 96 – Energía Final y Energía Útil – Papel

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fuerza Motriz	Electricidad	67.7%	523.0	475.93	91%
Iluminación	Electricidad	4.3%	33.0	8.25	25%
Secado	Gas Natural	25.5%	197.00	98.50	50%
Prensado	Gas Natural	2.5%	19.0	17.10	90%
		100%	772.0	599.8	78%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 97 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Electricidad	94%				6%		
Gas Natural		9%	91%				

Fuente: Elaboración propia

Maquinaria y equipos

El sector es sumamente heterogéneo y conviven grandes, medianas y pequeñas empresas con diferentes grados de tecnificación pasando de procesos totalmente automáticos hasta procesos con una composición elevada de trabajo manual.

La categoría abarca la fabricación de maquinaria y equipos que actúan de manera independiente sobre los materiales ya sea mecánica o térmicamente, o que realizan operaciones sobre los materiales (como el manejo, rociado, pesado o embalado), incluso sus componentes mecánicos que producen y aplican fuerza, y cualquier parte primaria fabricada especialmente.

Se incluyen los aparatos fijos y móviles o portátiles, destinados para ser utilizados en la industria, la construcción y la ingeniería civil, la agricultura, las actividades militares o el hogar.

Comprende la fabricación de: motores (excepto motores eléctricos), turbinas, bombas, compresores, válvulas y piezas de transmisión; hornos, calderas, quemadores, equipo de elevación y manipulación, equipo de refrigeración y ventilación, otra maquinaria de uso general (por ejemplo, equipo de embalado, máquinas de pesar y equipo de depuración del agua); maquinaria agropecuaria, máquinas herramientas, maquinaria para otros usos industriales específicos (por ejemplo, para la producción de metales,

¹²⁹ CAF. Manual para la Evaluación de Proyectos de Eficiencia Energética en el Sector de Pulpa y Papel

¹³⁰ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

actividades de construcción e ingeniería civil, minería o fabricación de productos alimenticios, textiles, papel, material impreso, productos de plástico y caucho); armas y municiones; y aparatos de uso doméstico (eléctricos y no eléctricos).

Al momento no se tiene ninguna información precisa que dé cuenta de los distintos energéticos utilizados en cada sector por lo que el análisis se limita a la información disponible sobre el consumo de la electricidad y el gas natural de la categoría.

De acuerdo a la información recabada¹³¹ el consumo eléctrico puede dividirse en 49% de fuerza motriz (motores, compresores y bombas), 15% en acondicionamiento térmico (ventilación), 28% en refrigeración, 3% en iluminación y 5% en usos varios. Para el gas natural se considera 71% en generación de vapor, 23% en hornos y secado y 6% en procesos varios.

Cuadro 98 – Distribución de Energía Final – Maquinaria

ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	USO
Electricidad	22.0%	63.7	Fuerza Motriz
	12.6%	36.4	Refrigeración
	6.7%	19.5	Ventilacion
	2.2%	6.5	Varios
	1.3%	3.9	Iluminacion
Gas Natural	39.2%	113.6	Vapor
	12.7%	36.8	Hornos
	3.3%	9.6	Varios
	100%	290.0	

Fuente: Elaboración propia

Se asigna un rendimiento de 90% en fuerza motriz, 75% en refrigeración, 26% en iluminación, 74% en calderas de vapor, 50% en hornos.¹³² En el caso de los usos varios se asigna un 50% dado que no se pudo ubicar más información.

Cuadro 99 – Energía Final y Energía Útil – Maquinaria

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fuerza Motriz	Electricidad	22.0%	63.7	57	90%
Refrigeración	Electricidad	12.6%	36.4	27	75%
Ventilación	Electricidad	6.7%	19.5	18	90%
Iluminación	Electricidad	1.3%	3.90	1	26%
Vapor	Gas Natural	39.2%	113.60	84	74%
Hornos	Gas Natural	12.7%	36.80	18	50%
Otros Usos	Electricidad	2.2%	6.50	3	50%
	Gas Natural	3.3%	9.6	5	50%
		100%	290.0	213.7	74%

Fuente: Elaboración propia

¹³¹ 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

¹³² <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

Cuadro 100 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Gas Natural	49%			43%	3%		5%
Electricidad		71%	23%				6%

Fuente: Elaboración propia

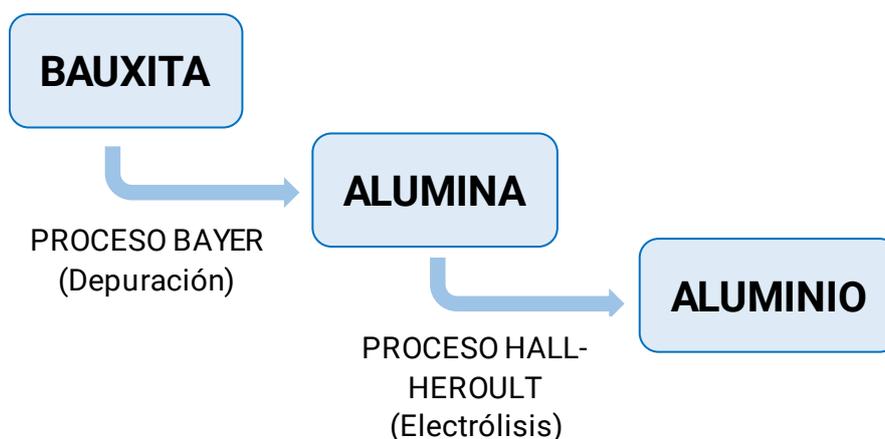
Metales no ferrosos - Aluminio

Como todos los metales, el aluminio no se encuentra en estado libre, sino que se encuentra oxidado, con impurezas y se denomina bauxita. La bauxita contiene entre un 30% y un 54% de este metal. De la bauxita se obtiene la alúmina y posteriormente ésta se procesa para obtener finalmente el aluminio primario.

La industria emplea el proceso Bayer para producir alúmina a partir de la bauxita. La alúmina es vital para la producción de aluminio requiriéndose aproximadamente dos toneladas de alúmina para producir una tonelada de metal.

El proceso productivo para obtener aluminio primario se compone de dos procesos principales:

Esquema 4 – Proceso de Producción de Aluminio Primario



Fuente: Elaboración propia

En el proceso Bayer, la bauxita es lavada, pulverizada y disuelta en soda cáustica (hidróxido de sodio) a alta presión y temperatura; el líquido resultante contiene una solución de aluminato de sodio y residuos de bauxita que contienen hierro, silicio, y titanio. Estos residuos se van depositando gradualmente en el fondo del tanque y luego son removidos. Se los conoce comúnmente como "barro rojo".

El proceso "Hall-Heroult" consiste en una electrólisis en la que se logran transformaciones químicas por medio de la circulación de corriente eléctrica continua, donde el reactor en el cual se desarrolla el proceso de producción del aluminio se conoce como celda o cuba de electrólisis. En este proceso se reduce la alúmina y se obtiene el aluminio primario, posteriormente utilizado en la producción industrial.

En el marco de esta etapa, el elemento central del costo mayor corresponde al uso de energía eléctrica. Se estima que, en promedio, se requieren entre 15 y 15,2 MWh incluyendo auxiliares de electricidad para producir una tonelada de aluminio.¹³³

Una vez obtenido el aluminio primario líquido (por electrólisis o reciclado), es transportado hacia la etapa de colada y volcado, junto a diferentes metales (silicio, titanio, zinc, magnesio, hierro, cobre, etc.), en hornos de espera de acuerdo a las propiedades que se le quiera proveer. El producto final de esta etapa es aluminio primario en forma de barrotos para extrusión, lingotes para refusión y placas para laminación, que van a ser utilizados en las plantas transformadoras.

En el país existe una única empresa que realice estos procesos con una capacidad instalada de 460.000 toneladas anuales de aluminio.¹³⁴ Lo que representa un consumo de 600kTep de Energía Eléctrica y 125 kTep de Coque de Petróleo. Este último se consume paulatinamente durante el proceso y debe ser repuesto.

Cuadro 101 – Distribución de Energía Final – Aluminio

ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	USO
Electricidad	44.3%	600.0	Electrólisis
Coque de Petróleo	9.2%	125.0	Electrólisis
Gas Natural	21.1%	286.0	Hornos
Electricidad	3.2%	44.0	Fuerza Motriz
Generación	22.1%	300.0	Pérdidas
	100%	1355.0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos de CAMMESA y ENARGAS el consumo de electricidad es de 400 kTep y el consumo de gas es de 286 kTep. De acuerdo al consumo específico por tonelada de aluminio procesado se necesitan 600 kTep de electricidad que se obtienen sumando aproximadamente 200 kTep a los tomados del SADI según CAMMESA.

La generación en las plantas propias (Turbo Vapor, Turbo Gas y Ciclos Combinados) informan un consumo de 655 Millones de m³ de gas natural para generar 244 kTep adicionales de electricidad lo que implica un rendimiento de generación del 45% y unas pérdidas del proceso equivalentes a 300 kTep que son registradas como energía de entrada que se pierde totalmente.

A partir del aluminio primario se producen distintos tipos de piezas por un conjunto variado de empresas que, en su conjunto, consumen en el orden de 2.6 millones de m³ al año por lo que no fueron consideradas en esta etapa.

Cuadro 102 – Energía Final y Energía Útil – Aluminio

¹³³ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹³⁴ www.aluar.com

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Electrólisis	Electricidad	44.3%	600.0	540	90%
Electrólisis	Coque de Petróleo	9.2%	125.0	113	90%
Calor	Gas Natural	21.1%	286.0	246	86%
Fuerza Motriz	Electricidad	3.2%	44.00	40	90%
Generación	Gas Natural	22.1%	300.00	0	0%
		100%	1355.0	938.6	69%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la literatura especializada el proceso Hall-Herault tiene un rendimiento en el orden del 84% al 94%.¹³⁵ Depende de la temperatura, densidad de corriente, distancia entre los polos, electrolitos y diseño de la cuba. En este estudio se adopta un valor intermedio del 90%. Para la fuerza motriz utilizada en la maquinaria se toma el 90% y para la generación de vapor y calor de proceso el 86%.¹³⁶

Cuadro 103 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Electricidad	7%					93%	
Coque de Petróleo						100%	

Fuente: Elaboración propia

Cemento, vidrio y cerámica roja

Cemento

El proceso de fabricación convencional del cemento comienza con la extracción de la piedra caliza y arcilla a través del barrenado y detonación de las canteras, luego se transportan las grandes masas de piedras fragmentadas a las trituradoras, en donde por impacto y/o presión se reducen a un tamaño máximo de dos pulgadas. Se le agregan distintos compuestos dependiendo del destino y se almacena para su posterior tratamiento.

Estas mezclas son pulverizadas en molinos de acero para obtener la denominada harina cruda que es calcinada en grandes hornos rotatorios a 1.400°C de temperatura transformándose en pequeños módulos de color gris oscuro de aproximadamente 4 cm de diámetro, denominados clinker. Estos módulos se muelen nuevamente con agregado de yeso para constituir lo que en definitiva se denomina cemento.

En la actualidad existen cuatro empresas con un total de diecisiete plantas productoras y procesadoras de cemento que explican casi la totalidad de la producción nacional. Desde el punto de vista de los consumos energéticos el proceso más crítico es la formación del Clinker.

El material molido (harina) y homogenizado es transportado para iniciar el proceso de transformación de las materias primas y dar origen al Clinker en una torre que consta de varios ciclones los cuales están colocados en forma alterna uno debajo del otro, el

¹³⁵ [https://www.unioviado.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La Metalurgia de Aluminio \(web\).pdf](https://www.unioviado.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La%20Metalurgia%20de%20Aluminio%20(web).pdf)

¹³⁶ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

material desciende rápidamente y gana temperatura. En sentido contrario se mueve una corriente de aire caliente proveniente del enfriamiento y la combustión del carbón. Una vez que llega a la parte baja de la torre de precalentamiento y con una temperatura de casi 900°C, el material entra al horno giratorio para completar su proceso de transformación llegando a temperaturas de aproximadamente 1450°C. Al salir del horno el material es enfriado rápidamente por medio de aire, utilizando un sistema de parrillas sobre las cuales se encuentra el material. El paso del aire frío baja rápidamente la temperatura del material produciendo la cristalización del mismo. La temperatura de salida del clinker es aproximadamente de 150°C (Clinker es una especie de piedra pequeña cristalizada, redonda, gris, enfriada con rapidez). Se aprovecha para coprocesar residuos industriales.¹³⁷

Según la Asociación de Fabricantes de Cemento Portlad, la tendencia actual es procesar el crudo por vía seca y utilizar para la clinkerización, sistemas de intercambiadores de calor entre gases, polvo de alimentación y gases de combustión. Con estas modificaciones se ha logrado reducir el consumo de energía térmica en el horno, de 1500 kcal/kg de clinker a 760 kcal/kg de clinker. También se aumenta el diámetro de los hornos para incrementar la producción, ya que estaba limitado por la estabilidad constructiva del revestimiento refractario

Los principales usos energéticos son el combustible para la producción de clinker y la electricidad para moler materias primas y el cemento acabado. El principal insumo del sector es el gas natural y el segundo lugar lo ocupan los residuos industriales y otras fuentes no convencionales. El consumo de coque de petróleo y de combustibles derivados de residuos industriales es una práctica habitual en esta industria para sustituir gas natural. El consumo específico estimado es de 3,3 GJ/tn y se distribuye en electricidad para el accionamiento de la maquinaria y gas natural para los procesos de calentamiento y secado.

Cerámica¹³⁸

Desde los comienzos de la cerámica, las materias primas minerales básicas han sido y seguirán siendo los silicatos y aluminosilicatos que son las rocas más abundantes en la corteza terrestre. Las arcillas en particular, han constituido y constituyen la base de la industria cerámica, otros minerales utilizados son los feldespatos, cuarzo, carbonatos de calcio y magnesio, etc.

Las arcillas son el producto de disgregación total o parcial de las rocas ígneas por acción del agua y los agentes atmosféricos (en especial el dióxido de carbono), temperatura y presión durante largos períodos de tiempo (eras geológicas millones de años). Por esta razón el término arcilla no corresponde a una composición química o mineralógica definida; las arcillas son mezcla de diversas especies minerales, esto dependerá de la composición de la roca madre de partida. Esto hace muy complicado el estudio de las mismas y la evaluación de los yacimientos que, por el mismo motivo, presentan una elevada heterogeneidad.

El cuarzo es la forma cristalina de la sílice (SiO₂) más abundante en la naturaleza. El cuarzo se encuentra en depósitos solo o en mezclas con otras rocas, como micas, feldespatos o como subproductos del lavado del caolín. La industria de la cerámica utiliza al cuarzo molido. Las arenas son productos de la desintegración mecánico-

¹³⁷ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹³⁸ Cerámicos. Materiales y Materias Primas. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

geológica de rocas silíceas, su componente principal es el cuarzo y cuando supera el 95% de su composición mineralógica se llama arenas silíceas

Los feldespatos son silicoaluminatos de sodio y/o potasio, se encuentra en las pegmatitas, son formaciones de rocas magmáticas en las que se encuentran puros o mezclados con otros minerales comúnmente cuarzo y micas. Raramente, se encuentra en la naturaleza especies mineralógicas puras por lo que su composición varía ampliamente.

En el proceso, dependiendo el producto, se trabaja con hornos de alta temperatura que alcanzan los 2000°C. Los principales productos son cerámica roja, revestimientos, vajillas, porcelanas y cerámicos avanzados de uso en electrónica, alabes de turbinas, materiales refractarios, revestimiento de combustible nuclear o revestimientos anticorrosivos.

De acuerdo a la información disponible de las principales empresas del sector los consumos energéticos son principalmente gas natural y menor medida, una décima parte, electricidad.¹³⁹

Vidrio¹⁴⁰

Las técnicas de fabricación varían desde los pequeños hornos eléctricos que se utilizan en el subsector de fibra cerámica hasta los hornos regenerativos de caldeo cruzado que se utilizan en el subsector de vidrio plano. En esencia, la fabricación del vidrio consiste en la fusión de una composición de materias primas a una temperatura de 1500 a 1600°C, de la que seguidamente se extraen los gases en ella ocluidos (afinado).

La etapa de mayor repercusión económica, energética y ambiental es la de fusión, (la mezcla de materias primas a alta temperatura para obtener vidrio fundido) que es la parte más importante del proceso productivo. Se trata de una compleja combinación de reacciones químicas y procesos físicos, y puede dividirse en varias fases: caldeo; fusión primaria; afino y homogenización; y acondicionamiento. Las tres fuentes de energía más importantes en la fabricación de vidrio son el gas natural, el fueloil y la electricidad.

Los hornos eléctricos disponen de una cámara con revestimiento refractario sustentada por un armazón de acero, con electrodos insertados en el lateral, en la parte superior o, lo que es más habitual, en el fondo del horno. La energía de fusión se obtiene por calentamiento resistivo, con el paso de la corriente por el vidrio fundido. Esta técnica se aplica normalmente en los hornos pequeños, en particular para fabricar vidrios especiales. La viabilidad económica de estos hornos tiene un límite máximo de capacidad, que depende del coste de la electricidad en comparación con los combustibles fósiles.

La fusión combinada por medio de combustibles fósiles y electricidad puede adoptar dos formas: caldeo principal con combustible fósil y sobrealimentación eléctrica; o caldeo principalmente eléctrico apoyado por combustible fósil. La sobrealimentación eléctrica es una forma de aumentar el calor en el horno haciendo pasar una corriente eléctrica por los electrodos situados en el fondo del tanque. Una técnica menos común

¹³⁹ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹⁴⁰ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

es utilizar gas o petróleo como combustible de apoyo en un horno calentado principalmente con electricidad

De acuerdo a la información de CAMMESA y ENARGAS para este grupo de aplicaciones energointensivas se tienen 500 kTep de Electricidad utilizada principalmente como fuerza motriz y eventualmente en algunos hornos eléctricos y 1100 kTep de gas natural utilizado para los hornos de fundido, calentamiento o secado.

Cuadro 104 – Energía Final y Energía Útil – Cerámica, Vidrio y Cemento

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fuerza Motriz Hornos	Electricidad	33.3%	550.0	500.50	91%
	Gas Natural	66.7%	1100.0	440.00	40%
		100%	1650.0	940.5	57%

Fuente: Elaboración propia

Se adopta un rendimiento del 91% en movimiento de maquinarias y un 40% de rendimiento en los hornos.¹⁴¹

Cuadro 105 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Electricidad	100%						
Gas Natural			100%				

Fuente: Elaboración propia

Metales Ferrosos - Siderurgia

La producción de acero, en Argentina, se realiza mediante altos hornos que utilizan como materia prima un 80% de mineral de hierro y un 20% de chatarra (Ternium Siderar). También se utilizan hornos eléctricos (Siderca, Acindar, Aceros Zapla y Acerbrag), que permiten la utilización de un mix variable de chatarra y mineral de hierro, pudiendo llegar a un 100% de utilización de chatarra. Acindar y Siderca justifican el 75% del consumo de energía eléctrica del sector y el 66% del consumo de gas natural.

El alto horno es una estructura cilíndrica de gran altura, que puede superar los 30 metros. Está compuesto por varias secciones, incluyendo un crisol con solera en la parte inferior, un etalaje en forma de cono invertido, una cuba en forma de cono abierto hacia abajo y un tragante doble que cierra la parte superior. Esta forma ha sido diseñada para adaptarse de manera óptima al proceso tecnológico de reducción, desplazamiento, sinterización y fusión del mineral que ocurre dentro del horno.

El alto horno se carga a través del tragante con capas sucesivas de coque siderúrgico, mineral de hierro y fundente. Se introduce aire caliente (previamente calentado a temperaturas entre 500 °C y 900 °C) a través de conductos ubicados en la parte inferior del horno. Este aire quema una parte del coque, convirtiéndolo en monóxido de carbono. El calor generado durante este proceso enciende el coque y, al mismo tiempo, extrae bióxido de carbono del fundente (generalmente cal) y seca el mineral ubicado en las zonas superiores del alto horno.

¹⁴¹ https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-314/topico-407/PRODUTO%206_Vpublicacao.pdf

El proceso de reducción comienza con la llamada reducción indirecta en la cuba, donde se produce hierro y monóxido de hierro a temperaturas de 400 °C a 700 °C. En el etalaje, todo el mineral de hierro se transforma en hierro metálico a través de una reducción directa a temperaturas de 750 °C a 1.400 °C, utilizando el carbono del coque ardiente en la carga. Durante el proceso, el hierro metálico pierde entre un 3% y un 4% de carbono puro o en forma de carburo.

El hierro bruto acumulado en la solera del horno se extrae periódicamente a través de una piqueta y se dirige a temperaturas de 1.250 °C a 1.450 °C hacia lingoteras o una cazuela móvil. Por otro lado, la escoria flota sobre el hierro bruto y se drena continuamente a través de una piqueta de escoria. Luego, solidifica en moldes adecuados para su uso en construcción o se transforma en lana de escorias, material de pavimentación, cemento siderúrgico o abonos. La escoria está compuesta por una mezcla de silicatos de cal, tierras arcillosas y óxidos de metales pesados, y se forma a partir de los silicatos presentes en el mineral y las cenizas producidas por el coque. El gas de altos hornos se utiliza en parte para calentar los calentadores de aire o se emplea como combustible en motores de gas de gran tamaño.

En el caso de los hornos eléctricos o reducción directa lo primero es la acumulación de mineral de hierro y, principalmente, chatarra o material recuperado en una cuba de almacenamiento. Aproximadamente el 80% de la chatarra terminará convertido en barras de acero. Cada cuba de almacenamiento puede alcanzar las 30 toneladas de material.

El siguiente paso es el volcado en un horno que alcanza los 1600 °C que se calienta con tres electrodos y cuatro quemadores a gas natural. El horno tiene una capacidad de aproximadamente 60 toneladas que se funden normalmente en una hora. Al estar fundido las impurezas suben a la superficie momento en el cual se inyecta oxígeno en el metal fundido lo que reduce el nivel de carbono y homogeniza la mezcla.

Luego el acero fundido es pasado a un cucharón que es transportado mientras se agregan los aditivos necesarios de acuerdo a tipo de acero que se está procesando. Mientras tanto son eliminados los electrodos del cucharón del horno y se purga el distribuidor.

El acero fundido se vuelca en los moldes donde se enfría rápidamente y se forman los lingotes cortados a una longitud determinada mediante un soplete de gas natural. Posteriormente solo resta el mecanizado para el aplanado o una nueva fundición sencilla a 1000 °C para obtener distintas piezas mediante el moldeado. El enfriamiento se realiza con agua.

Los calentadores por combustión, como altos hornos y otro tipo de hornos, emplean la mayoría de la energía que interviene en el proceso de producción de hierro y acero, con un consumo de aproximadamente el 81% de la energía total. También puede haber pérdidas importantes de energía en una planta siderúrgica, con una pérdida de hasta el 23% de la energía que entra en la planta por ineficiencias en el equipo y la distribución.¹⁴²

¹⁴² ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the U.S. Iron and Steel Industry, An ENERGY STAR(R) Guide for Energy and Plant Managers, octubre de 2010, capítulo 4 Energy use, página 15; (PDF) Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the U.S. Iron and Steel Industry An ENERGY STAR(R) Guide for Energy and Plant Managers (researchgate.net)

Mientras que los sistemas de motores representan una proporción relativamente pequeña del uso de energía, en aproximadamente el 7%, se ha calculado que hasta el 70 por ciento de la energía consumida por estos motores se pierde debido a las ineficiencias del sistema.¹⁴³ Existe además un 5% de consumo en instalaciones varias y un 7% en la generación de vapor.¹⁴⁴ De acuerdo a los datos de CAMMESA y ENARGAS se tiene un consumo de 769 kTep de energía eléctrica y 1542 kTep de gas natural, 1287 kTep de coque de los cuales 631 kTep se despiden como gas de alto horno y se reinyectan en los quemadores. El rendimiento de los hornos se considera de 60% con electricidad, 71% con coque, 40% con gas natural y 46% con gas de alto horno.¹⁴⁵

Cuadro 106 – Energía Final y Energía Útil – Hierro y Acero

USO	ENERGÍA	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Hornos	Electricidad	9.4%	337.0	202	60%
	Coque de Petróleo	18.2%	656.0	466	71%
	Gas Natural	42.9%	1542.0	617	40%
	Gas de Alto Horno	17.5%	631.0	290	46%
Fuerza Motriz	Electricidad	7.0%	252.00	76	30%
Otros procesos	Electricidad	5.0%	180.00	144	80%
		100%	3598.0	1794.6	50%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 107 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural			100%				
Gas de Alto Horno			100%				
Electricidad	13%		57%				30%
Coque de Petróleo			100%				

Fuente: Elaboración propia

Alimentos y Bebidas

El sector está compuesto por la industria de los aceites vegetales, leches y lácteos, frigoríficos, azúcares, cervezas y vino.

Aceites Vegetales

El grano de oleaginosa utilizado, luego de pasar por procesos de preparación y acondicionamiento, entra en la etapa de la molienda (crushing), de la que se obtienen el aceite crudo, y una masa, que luego del secado y tostado, constituye la harina proteica, usada en la preparación de alimentos balanceados para la ganadería intensiva y la avicultura.

El aceite obtenido pasa luego por procesos de refinación, para la obtención de aceite refinado a granel; y las harinas o tortas oleaginosas pasan por un posterior proceso de adecuación para su uso en la alimentación animal. El aceite refinado se usa para el

¹⁴³ Steel Times International, marzo 2021, Driving energy efficiency and sustainability, página 27, <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107992A1022&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

¹⁴⁴ Eficiencia energética en la producción de hierro y acero. ABB. Citado en www.energyefficiencymovement.com

¹⁴⁵ <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-314/topico-407/Produto%205%20-%20Relatorio%20da%20cadeia%20sider%C3%BArgica.pdf>

consumo humano y para la elaboración de otros alimentos (mayonesas, margarina, otros).

El aceite crudo es también la base para la fabricación de biodiesel. Se trata de una industria altamente consumidora de energía: buena parte de los procesos productivos son electricidad/vapor de agua intensivos; la extracción de aceites por solvente, es la tecnología más difundida en la industria, se realiza con hexano, un derivado del petróleo.

En base a información suministrada por ENARGAS y de CAMMESA se conoce aproximadamente el consumo de gas natural y electricidad en grandes aceiteras. En base a estos datos y a los niveles de producción se pudo estimar el consumo específico para algunas plantas industriales y el consumo medio estimado por unidad de producto tonelada de la industria aceitera nacional (soja y girasol) que alcanza los 4,68 GJ/tn.¹⁴⁶

Lácteos, leche y derivados

La elaboración de leches fluidas, es un proceso continuo en casi todos los estratos de empresas (pasteurizadores) del sector. La determinación de los tres tipos de leches fluidas (Pasteurizada, Ultra pasteurizada y Larga Vida -UHT-) se establece en función del tratamiento térmico involucrado y el envasado.

Primeramente, se realiza la recepción y descarga de la leche cruda, luego la limpieza de tanques cisterna, y cañerías con soda cáustica y ácido nítrico diluido, para desengrasar primero y desnitrificar después. Finalmente, un enjuague con agua para retirar los restos sólidos.

La leche es transportada por medio de cañerías y se realizan operaciones de filtrado simple (para eliminar impurezas mayores), desairado (para eliminar el oxígeno), medición de volumen y enfriamiento a 4 °C. La leche almacenada en los tanques se envía al equipo de pasteurización (precalentamiento a 45-50°C, la leche se higieniza por separación centrífuga y se estandariza en su contenido graso, de acuerdo al tipo de queso a elaborar.

Luego se la lleva a temperaturas entre 72/74 °C, durante 15 o 20 segundos y se enfría en un proceso continuo a 37/39°C. Con esa temperatura llega la leche a las tinajas de elaboración del queso en las que se agrega el fermento o cultivo de bacterias lácticas seleccionadas, dependiendo del tipo de queso que se quiera elaborar. También se le agrega cuajo u otras enzimas específicas, y opcionalmente, cloruro de calcio para facilitar el proceso de coagulación.

Luego de la coagulación de la leche se obtienen dos productos: la cuajada y el suero. El cuajo actúa sobre los componentes de la leche, permitiendo la coagulación de la misma y su paso a un estado sólido. El suero es parte de la leche no coagulada en estado líquido y contiene sales, proteínas hidrosolubles, vitaminas, minerales y lactosa. En esta etapa, el corte de la cuajada dará origen a la masa del queso.

El calentamiento y la agitación facilita la sinéresis (proceso por el cual el producto va perdiendo el suero, disminuye su volumen y se endurece). El desuerado consiste en separar el suero del grano. Primero por gravedad y luego prensando la masa.

¹⁴⁶ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

El pre-prensado facilita el moldeo, de esta manera se elimina el aire existente entre los granos. El suero separado arrastra también algo de grasa, y lo que en quesería se denomina finos, que son pequeños granos de cuajada. El moldeo puede ser manual o mecánico, según la tecnología utilizada, es para adecuar el tamaño y la forma del queso requerido, por ejemplo, tubulares para provoleta, cilíndricos y cuadrados para quesos duros. En procesos en línea se pueden utilizar cintas transportadoras ligeramente inclinadas para favorecer el drenaje y moldes con pequeños orificios para eliminar el suero.

Los moldes se colocan en forma manual o automática en una prensa para eliminar el excedente de suero contenido en la masa, en el caso de los quesos que requieren un proceso de prensado. La masa ya prensada, es introducida en piletas con salmuera. Los quesos se dejan el tiempo necesario, dependiendo del contenido de sal buscado en el producto final y el tipo de queso. Luego son extraídos para su oreo, maduración y pintado; trozado, recubierto o envasado.

Excepto en los procesos automatizados, generalmente el producto es llevado a una sala de envasado dentro de canastos en carros. El encajonado y paletizado puede hacerse de modo manual o con asistencia mecanizada, de acuerdo al equipamiento tecnológico con que se cuente en la unidad productiva. Los productos elaborados son llevados al depósito en cajas o bandejas para su expedición.

Extrapolando el consumo específico promedio al total de la leche fluida procesada en la Argentina se calculó un consumo total de energía para el sector industrial lácteo equivalentes a 7,78 GJ/litro.¹⁴⁷

Frigoríficos¹⁴⁸

El proceso productivo de la industria frigorífica cubre un amplio espectro de alternativas de los productos cárnicos: uno es realizar la matanza del animal y la obtención del primer gran subproducto (la media res) y un conjunto de productos secundarios que se destinan a otros usos (cueros, sangre, pelo, bilis, páncreas, etc.). Luego se traslada hacia otro lugar donde se realiza el despostado y fraccionamiento a nivel minorista; los destinos son las carnicerías o los mercados.

Otra posibilidad es realizar, además, el despostado y el fraccionamiento en cortes predeterminados sujetos a un tipo de envase y conservación particular. En este caso, la demanda final puede ser tanto la exportación, como los supermercados o las cadenas de restaurantes (que demandan cortes específicos). Finalmente, el frigorífico puede tener incorporada una serie de actividades de valor agregado sobre la carne y venderla con mayor elaboración (caso de los pre cocidos, enlatados, etc.)

Según ciertas legislaciones locales, la industria puede ser clasificada según dos perspectivas: la actividad que desarrolla y el destino de su producción (mercado interno y/o exportación).

Según el tipo de actividad que desarrolla:

- Plantas de Ciclo I; son aquellas que cuentan con instalaciones para la faena y cámara de frío. Su actividad consta de matar al animal y dividirlo en dos medias

¹⁴⁷ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

¹⁴⁸ www.produccion-animal.com.ar. Sitio Argentino de Producción Animal. Industria Frigorífica

reses, obteniendo también los principales subproductos, denominado el recuperado.

- Plantas de Ciclo II: sus actividades comienzan con medias reses, producidas en el Ciclo I y a partir de allí despostan y continúan con el proceso posterior de industrialización realizando el cuarteo del animal (se lo divide en cuatro trozos) para luego obtener cortes anatómicos del mismo (22 en total). De este proceso se obtienen como subproductos el hueso y la grasa comestible.
- Plantas de Ciclo completo: realizan tanto las actividades de matanza como las de posterior despostado e incluso otros procesos industriales (como el termoprocesado).

Otra clasificación es según las exigencias sanitarias, y por lo general se asocian con los requerimientos según los destinos. Las plantas se clasifican en:

- Clase A, que cumplen con las máximas exigencias sanitarias, y su mercado por excelencia es la exportación. En general son plantas que realizan tanto matanza como despostado y faenan animales seleccionados -por peso y otros atributos con destino a mercados externos y que, para poder integrar la media res, sólo los cortes remanentes los vuelcan al mercado interno. El 30% de la faena se canaliza por este circuito. Los frigoríficos de exportación están sujetos a estrictos controles fiscales y sanitarios, tanto por parte de SENASA como de organismos similares de los países clientes.
- Clase B, que destinan su producción al mercado interno, operan con menores restricciones sanitarias. Eventualmente pueden exportar a destinos externos menos exigentes. Sus mayores deficiencias están en los procesos de tipificación y en la consistencia de la cadena de frío. Se estima que cubren alrededor del 50% de la faena.
- Clase C, que son habilitados a nivel provincial y como tales no pueden extender su radio de acción a nivel nacional. De menor tamaño y complejidad, generalmente con severos problemas sanitarios siendo la tipificación y la cadena de frío las mayores deficiencias. Junto con este grupo están los mataderos que son instalaciones primarias donde se faenan los animales siendo la media res el producto final (además de los subproductos), es decir de Ciclo 1. Opera en un circuito local y se articula con las carnicerías de pueblos o ciudades pequeñas. Los frigoríficos C y mataderos cubren el 20% de la faena.

Entre principales requerimientos de energía del sector se tiene la electricidad para el bombeo del agua de lavado, combustibles para generar vapor para limpieza de sangre; electricidad para cuereado, fraccionamiento primario y desposte; electricidad para cámaras de madurado y enfriamiento y/o refrigeración, cloración del agua que se utiliza, electricidad para bombeo y tratamiento de los efluentes. Adicionalmente se debe considerar el mantenimiento del edificio; las instalaciones (pisos, paredes, techos, aberturas, palcos, esterilizadores, etc.); y los materiales consumibles en dichos procesos, además del mantenimiento de equipos. De esta manera se estimó que el consumo total del sector se sitúa en torno a los 4.73 GJ/tn.¹⁴⁹

Ingenios - Azúcar

Según indica el Centro Azucarero Argentino, asociación que nuclea a productores y propietarios de los ingenios, la caña ingresa a los trapiches por una cinta transportadora. Los trapiches están constituidos por una sucesión de cinco o seis molinos en donde se muele la caña para extraerle el jugo azucarado. El jugo azucarado es filtrado, sulfitado y

¹⁴⁹ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

encalado, para luego ser decantado en los clarificadores. La fibra de la caña, llamada bagazo, es utilizada, en el caso del Ingenio Ledesma, principal ingenio, en su mayoría para la fabricación de papel.

El jugo clarificado es evaporado y luego cocinado a altas temperaturas, mediante vapor, formando la "masa cocida" que contiene pequeños cristales de azúcar. Esta masa, previo paso por los cristalizadores, es centrifugada para separar los cristales de las mieles, que son enviadas a los calicantos como materia prima para la fabricación de alcohol. Los cristales obtenidos en las centrífugas conforman el azúcar crudo, el cual puede ser enviado a la refinería o destinado a exportación. En la refinería el azúcar crudo es diluido en agua. Ese jarabe es filtrado, evaporado y centrifugado nuevamente, obteniéndose así el azúcar blanco que, según la intensidad de su proceso de re filtrado, puede ser "Común Tipo A" o "Blanco Refinado".

El azúcar blanco es secado y colocado en bolsas de 50 kg., o fraccionado en paquetes o en sachet de un kilo. Las diferentes etapas demandan fuerza motriz, y de energía térmica en forma de vapor calculándose 0.6188 GJ/tonelada de caña.¹⁵⁰

Maltería - Cervezas

El proceso de producción de la cerveza consiste a grandes rasgos de dos grandes etapas. Una etapa que consiste en la elaboración del producto líquido, la cerveza y, en segundo lugar, el proceso de envasado de cerveza. A su vez, la elaboración de cerveza abarca varios procesos, en los cuales se cuida y asegura la calidad del producto y el proceso en sí. Pero, en este trabajo se analiza el aspecto energético, por lo que se describirá el proceso sin entrar en detalle en estos cuidados. En líneas generales, el proceso se puede resumir en las siguientes etapas: Cocimiento, Fermentación y Maduración, Filtración y Carbonatación y, por último, Envasado.

Asimismo, en el lay-out de la planta cervecera pueden delimitarse dos áreas productivas. En primer lugar, el bloque caliente donde ocurren todas las operaciones con alta demanda de energía térmica, vinculadas a los procesos de cocimiento de la cerveza. En este sector, el principal portador térmico es el vapor saturado, por eso su denominación bloque "caliente". Por otra parte, los procesos de fermentación, maduración, filtración, carbonatación y envasado se llevan a cabo en el bloque frío, donde es primordial mantener refrigerados los tanques, a través de la solución glicolada y el sistema de control de estos. De este modo, el consumo energético en este bloque está relacionado a la refrigeración.

Posteriormente se realiza el cocimiento con el fin de obtener un mosto cervecero en óptimas condiciones para su fermentación. Es necesario realizar un correcto proceso de cocción el cual consiste en las etapas de:

- Recepción de Materia Prima, Molienda, Maceración, Filtración del Mosto y Traslado a Hervidor, Ebullición del Mosto, Clarificación del Mosto y Enfriamiento y Oxigenación.
- Fermentación y Maduración.
- Filtración, Carbonatación.
- Envasado de Cerveza, Embarillado, Enlatado, Pasteurización de Latas, Etiquetado y Paletizado.

¹⁵⁰ https://eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php?id_icono=19&c=6F. "Eficiencia Energética en Argentina". Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.

El consumo de vapor se divide 38% en el calentamiento de agua, 11% en el macerador, 17% en el hervidor y 34% en el pasteurizador. El consumo de energía eléctrica se divide 3% en las bombas, 75% en la refrigeración, 12% en aire comprimido, 6% en iluminación y 3% en oficinas administrativas.¹⁵¹

Vitivinícola - Vinos

En promedio para cada litro de vino se requiere alrededor de 1 kWh de energía equivalente, dado que para cada parte del proceso al interior de una planta de producción de vino se usan diferentes formas de energía.

Para el transporte se usa principalmente el diesel, para la calefacción se reparte las formas de energía en gas, Diesel o leña y la mayor parte del proceso se realiza con energía eléctrica. El consumo más alto de energía eléctrica corresponde a la refrigeración especialmente para las grandes viñas y en el caso de la viña mediana los consumos son equivalentes entre producción, refrigeración e iluminación.

La cosecha se realiza cuando la uva está madura y no se debe esperar demasiado tiempo y tampoco cosechar durante neblinas o mal tiempo. Algunas viñas están incorporando cosechadoras mecánicas a sus campos para optimizar sus procesos. Varias viñas compran las uvas a los campesinos, pero la mayoría tiene su propio campo. Esa parte del proceso se considera como al exterior de la planta. Cuando ingresa la uva a la planta se limpia y se separa el palillo antes de molerla. La molienda solo rompe la piel para liberar el jugo sin apretar los cuescos. El vino blanco se filtra antes de la fermentación mientras el vino tinto se fermenta para luego pasar por los filtros.

La temperatura óptima para producir un vino de calidad debe ser constante durante la fermentación lo que requiere refrigeración, calefacción y control de la temperatura. El vino tinto se fermenta entre 24°C y 27°C y el vino blanco entre 7°C y 18°C. La fermentación del vino tinto dura entre 7 y 10 días y el vino blanco se demora entre 7 y 28 días. El proceso se controla con la medición del grado de azúcar. Terminando ese proceso se realiza una clarificación antes de pasar al almacenaje. El vino blanco se guarda entre 4°C y 7°C y el vino tinto entre 7°C y 21°C.

Cuadro 108 – Energía Final y Energía Útil – Alimentos y Bebidas

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fuerza Motriz	Electricidad	14.3%	390.0	351	90%
Refrigeración	Electricidad	9.0%	244.0	183	75%
Ventilación	Electricidad	3.6%	98.0	74	75%
Calderas	Electricidad	2.1%	57.00	55	97%
	Gas Natural	39.0%	1063.00	850	80%
Iluminación Hornos	Electricidad	3.0%	82.00	21	26%
	Gas Natural	16.8%	458.00	321	70%
Otros Usos	Gas Natural	10.9%	296.00	148	50%
	Electricidad	1.3%	36.0	18	50%
		100%	2724.0	2021.1	74%

Fuente: Elaboración propia

El vino se comercializa en botellas y eso es el último proceso antes de la distribución. Generalmente se realiza en la misma bodega, solo cuando se trata de grandes

¹⁵¹ Stocke, Furfaro, Gil y otros. Auditoría Energética en una cervecería.

cantidades se exporta en tanques y se realiza el embotellamiento en el lugar del destino. Esa parte del proceso también se considera como al exterior de la planta. La distribución aproximada de la energía eléctrica para el sector vitivinícola subsector es 44% en refrigeración, 15% en maquinaria de proceso, 9% en aire comprimido, 15% en iluminación, 7% en acondicionamiento de aire, 7% en tratamiento de agua y 4% en consumos varios.¹⁵²

Dada la atomización y diversidad del sector de Alimentos y Bebidas se utilizaron los datos de fuentes y usos de la encuesta industrial de la EIA (Energy Information Administration). De los datos de CAMMESA y ENARGAS se obtuvieron los consumos del sector que equivalen a 906 kTep de Electricidad y 1817 kTep de Gas Natural.

Cuadro 109 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad	43%	6%		38%	9%		4%
Gas Natural		59%	25%				16%

Fuente: Elaboración propia

Los rendimientos utilizados son 90% para la maquinaria, 75% para la refrigeración y ventilación, 97% para calderas eléctricas y 80% para calderas a gas, 70% los hornos y 26% la iluminación.¹⁵³ Para los procesos varios se adoptó el 50%.

Química y Petroquímica

De acuerdo a la US EPA (Agencia de protección ambiental de Estados Unidos) se utilizan entre 30 y 35 reacciones químicas diferentes para producir 175 productos químicos de alto volumen. No obstante, dada la imposibilidad de caracterizar todos los procesos se elige el Etileno que es la base principal (Building Block) de la industria petroquímica en el mundo, para dar una idea de la complejidad de esta industria.

En la producción de etileno, el proceso se inicia con el ingreso de etano y vapor que actúa como moderador de la reacción al horno de Cracking. La conversión por paso es del orden de 60% por lo que una parte importante del etano se retorna al horno. El gas a la salida del mismo tiene diferentes hidrocarburos (Hidrógeno a Fueloil) y se lo debe separar a Etileno y los subproductos en la planta de separación.

El gas craqueado sale a muy alta temperatura lo que permite una importante recuperación de calor, generando vapor de muy alta presión. Asimismo, los humos del horno generan vapor en una caldera de recuperación de calor. Finalmente, el gas se enfría en la torre de Quench (Apagado), lavado con agua. El agua caliente que sale de esta torre se utiliza en hervidores y pre calentadores. En el agua quedan gasolina de pirolisis y el fueloil que deben extraerse.

El gas se comprime y en el camino se remueven, si hubiera CO₂ y SH₂, además algo de gasolina condensa entre las etapas. El gas se seca con tamices moleculares y se hidrogena el Acetileno formado otros hidrocarburos insaturados que también son parcialmente hidrogenados a etano y etileno.

¹⁵² Sailer, Maximilian. Análisis tecnológico y uso de energías renovables en el sector vitivinícola.

¹⁵³ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-de-energia-util-para-segmentos-selecionados-da-industria>

Luego en la etapa de pre enfriado el gas se enfría progresivamente, lo que permite separar el Propileno y superiores. En el Tren Frío, la condensación parcial del gas craqueado se logra evaporando Propileno y con la evaporación del Etano que recicla a los hornos. La corriente de Hidrógeno y Metano que sale de la sección fría provee refrigeración adicional. En la desmetanizadora, se separan Metano y otros gases livianos de Etano y Etileno, por lo que se obtiene más Metano que se mezcla con la corriente de la sección anterior. Este gas suministra gran parte del combustible que requiere el horno de cracking.

La etapa final del procesamiento implica separar al Etileno del Etano no convertido (+/- 40%), este Etano se recicla a los hornos previo intercambiar calor en la sección de pre enfriado del gas craqueado. Cuando se craquea Etano no es común recuperar propileno, por lo que se lo quema o alimenta a cracking si falta materia prima. Cuando se craquea propano se incluye una etapa de separación de Propileno. Si se relaciona el consumo energético estimado para 2017, con el total de toneladas de productos químicos y petroquímicos (7150 miles de toneladas), se obtiene un consumo específico medio del sector de 11,8 GJ/tn.

Los datos de fuentes y usos se obtienen de la encuesta industrial de la EIA (Energy Information Administration) para el sector Química y Petroquímica que incluye Petroquímica propiamente dicha, Química Inorgánica, Alcoholes Etilicos, Productos Químicos de Caucho y Madera, Químicos Orgánicos, Materiales Plásticos y Resinas, Caucho Sintético, Fibras Artificiales, Fertilizantes, productos Farmacéuticos y Medicinales y Productos Fotográficos.

De los datos de CAMMESA y ENARGAS se obtienen los consumos del sector que equivalen a 558 kTep de Electricidad y 1119 kTep de Gas Natural.

Cuadro 110 – Energía Final y Energía Útil – Química y Petroquímica

USO	ENERGIA	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Fuerza Motriz Refrigeración Ventilación	Electricidad	19.4%	324.0	288	89%
	Electricidad	3.0%	50.0	38	75%
	Electricidad	2.3%	39.0	29	75%
Hornos	Electricidad	1.7%	28.00	19	69%
	Gas Natural	22.7%	380.00	266	70%
Calderas Iluminación	Gas Natural	34.8%	582.00	466	80%
	Electricidad	1.3%	22.00	6	26%
Otros Usos	Gas Natural	9.4%	157.00	79	50%
	Electricidad	5.3%	89.0	45	50%
		100%	1671.0	1234.8	74%

Fuente: Elaboración propia

Se considera un 89% de rendimiento en la maquinaria, 75% en refrigeración y climatización, 69% en hornos eléctricos y 70% en hornos a gas, 80% en calderas y 26% en iluminación. Para los procesos correspondientes a otros usos se asume el 50%.

Cuadro 111 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldaduras	Otros
Electricidad	59%		5%	16%	4%		16%
Gas Natural		52%	34%				14%

Fuente: Elaboración propia

Balance del Sector Industria

A continuación, se resumen los resultados de todo el sector, donde se observa que en el Balance Energético Nacional se tiene una diferencia del 4% en gas natural y un 22% en electricidad, que se justifica debido a que varios de los subgrupos están afectados por proceso internos y autogeneración, lo que no admite una comparación/relación directa con el Balance Nacional. De hecho, esta misma diferencia genera disparidad entre los cuadros por usos o fuentes.

A continuación, se muestran todos los resultados de los análisis de los consumos de energía calculados para cada uso y energético.

Cuadro 112 – Fuentes, consumos y Energía Útil Sector Industria (kTep)

SECTORES	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Minería	4.3%	656	183.1	27.9%
Textiles y confecciones	10.0%	1510	939.7	62.2%
Automotriz y autopartes	0.8%	114	80.9	71.0%
Madera y productos	5.3%	809	513.8	63.5%
Papel y productos	5.1%	772	599.8	77.7%
Maquinaria y equipos	1.9%	290	213.7	73.7%
Aluminio	8.9%	1355	938.6	69.3%
Cemento, vidrio, cerámica	10.9%	1650	940.5	57.0%
Siderurgia	23.8%	3598	1794.6	49.9%
Alimentos y bebidas	18.0%	2724	2021.1	74.2%
Química y petroquímica	11.0%	1671	1234.8	73.9%
	100%	15149	9460.6	62.5%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 113 – Fuentes, consumos y Energía Útil Sector Industria (kTep)

ENERGIAS	%	ENERGIA FINAL (kTep)	ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.
Gas Natural	47.3%	6741.91	4256.82	63.1%
Electricidad	35.8%	5098.7	3785.45	74.2%
Gasoil	2.2%	315.3	140.58	44.6%
Coque de Petróleo	5.5%	781	479	61.3%
Gas de Alto Horno	4.4%	631	290	46.0%
Varios	4.8%	682	409	60.0%
	100%	14249.91	9360.85	65.7%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 114 – Coeficientes de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac.	Iluminación	Electroq.	Otros
Gas Natural	1%	36%	60%				3%
Electricidad	51%	4%	7%	10%	4%	12%	13%
Gasoil	97%						3%
Coque de Petróleo			84%			16%	
Gas de Alto Horno			100%				
Varios		100%					

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Análisis de los resultados

Luego de analizar todos los sectores y subsectores en su actividad, energías utilizadas, artefactos por uso y eficiencias se obtuvo un panorama del rendimiento de cada gran sector y los rendimientos de cada tipo de energía utilizada (usando información secundaria).

Cuadro 114 – Energía Final y Energía Útil – Total País (kTep)

SECTORES	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Transporte	36.5%	18599	6794	36.5%
Agropecuario	6.4%	3235	1323	40.9%
Comercial y Público	6.2%	3157	1616	51.2%
Industria	29.8%	15149	9461	62.5%
Residencial	21.1%	10755	7664	71.3%
	100%	50895	26858	52.8%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 115 – Energía Final y Energía Útil – Total País por Energía (kTep)

ENERGIAS	%	ENERGÍA FINAL (kTep)	ENERGÍA ÚTIL (kTep)	REND.
Gasoil	23.5%	11883	4962	41.8%
Nafta	14.3%	7258	2032	28.0%
Aerokerosene	1.0%	526	189	35.9%
Electricidad	20.5%	10375	8061	77.7%
Gas Natural	33.1%	16781	9802	58.4%
Fueloil	0.1%	35	15	42.9%
Gas Licuado	0.6%	306	169	55.2%
Madera	0.9%	469	340	72.5%
s/d	3.1%	1589	412	25.9%
Coque de Petróleo	1.5%	781	479	61.3%
Gas de Alto Horno	1.2%	631	290	46.0%
	100%	50634	26751	52.8%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al Balance Energético Nacional tenemos una diferencia del 10% en el total de la energía final. Si se analizan los distintos energéticos individualmente la diferencia se mantiene en el orden: 3% en gasoil, 9% en nafta, y 3% en electricidad, para tomar los principales energéticos. En el caso de gas natural y gas licuado de petróleo la diferencia es mayor dando cuenta de la falta de casi 3.000 kTep en el total, pero entendemos que se debe a la subestimación de la Encuesta de Hogares en la cantidad de artefactos presentes en el hogar. También puede suceder que se supone uso de gas natural en lugares donde se sustituye por gas licuado, pero no existe información para documentarlo correctamente.

Para determinar cuál es el sector y el tipo de recurso energético sobre el cual se debe prestar mayor atención a efectos de mejorar su uso se define un Indicador de Ineficiencia Relativa como la relación entre la participación porcentual del recurso en el total del consumo y el rendimiento obtenido. Cuanto más alto sea este factor significa que el sector o recurso analizado tiene bajo rendimiento a la vez que su uso es

importante. En el otro extremo, un valor bajo nos indicará que es un uso eficiente o poco utilizado por lo que puede demorarse la implementación de políticas de eficiencia.

Gráfico 7 – Indicador de Ineficiencia Relativa Sectorial

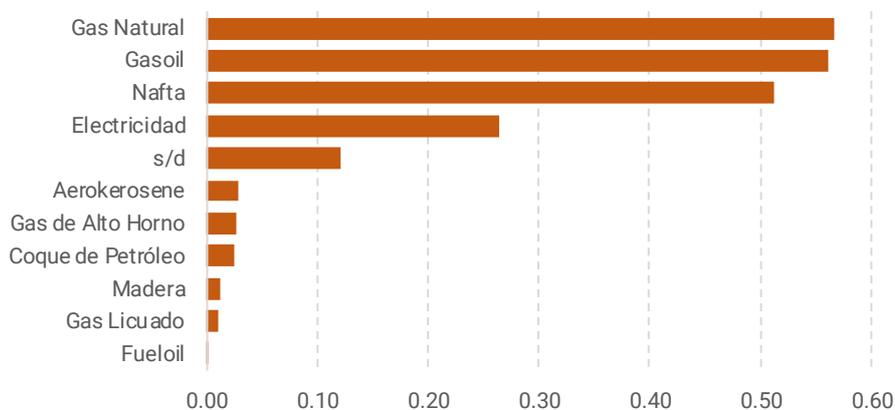


Fuente: Elaboración propia

De la lectura del gráfico del Indicador para los distintos sectores observamos que el primer sector que debería prestar nuestra atención es el sector de Transporte por ser el más energo-intensivo y tener los más bajos rendimientos en sus usos y recursos.

Este mismo análisis se puede hacer para los distintos recursos energéticos.

Gráfico 8 – Indicador de Ineficiencia Relativa por Recurso



Fuente: Elaboración propia

El resultado es el esperado a priori dado que en nuestro país el uso del gas natural está mucho más difundido que en el resto de los países de la región por lo que es el recurso más utilizado y tiene un rendimiento medio levemente superior al 50% por lo que se nos presenta como candidato. Le siguen los dos recursos principales del transporte lo que es coherente con el análisis sectorial.

El siguiente cuadro muestra la relación entre las distintas fuentes y usos.

Cuadro 116 – Fuentes y Usos – Total País – Factor de Utilización (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Utilización						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldad.	Otros
Gasoil	93%		6%				1%
Nafta	100%						
Aerokerosene	100%						
Electricidad	28%	2%	15%	19%	14%	6%	17%
Gas Natural	12%	15%	72%				1%
Fueloil	100%						
Gas Licuado			100%				
Madera			100%				
s/d		43%					57%
Coque de Petróleo			84%			16%	
Gas de Alto Horno			100%				

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se puede calcular la participación de cada fuente en cada uso.

Cuadro 117 – Fuentes y Usos – Total País – Participación por uso (%)

ENERGIAS	Coeficiente de Participación						
	Fuerza Motriz	Generación de Vapor	Calor Hornos	Refrigerac. Ventilac.	Iluminación	Electroq. Soldad.	Otros
Gasoil	46%		4%				5%
Nafta	31%						
Aerokerosene	2%						
Electricidad	12%	6%	9%	100%	100%	83%	59%
Gas Natural	8%	73%	74%				6%
Fueloil							
Gas Licuado			2%				
Madera			3%				
s/d		21%					30%
Coque de Petróleo			4%			17%	
Gas de Alto Horno			4%				

Fuente: Elaboración propia

Los datos muestran que, tanto la generación de frío como la iluminación son cautivas del recurso eléctrico lo que es obvio en la actualidad. En el caso de la generación de calor, ya sea en hornos o calderas, la preponderancia es del gas natural y eso explica que figure en primer lugar al analizar el Indicador de Ineficiencia Relativa. En el caso de la fuerza motriz la participación es variada, pero claramente los recursos importantes son el gasoil y la nafta.

Existe un recurso indicado como “s/d” que también participa en el uso en calderas. Se trata de los residuos de proceso en los casos de cogeneración en la industria. Son normalmente recursos primarios, biomasa.

Realizando el mismo ejercicio sobre los espacios sub-sectoriales se obtiene lo siguiente.

Cuadro 118 – Indicador de Ineficiencia Relativa Sub-sectorial

GRUPO	SECTORES	ENERGIA FINAL (Anual)		ENERGIA ÚTIL (kTep)	REND.	IND.DE INEF.REL.
		%	kTep			
TRANSPORTE	Automotor	35.2%	17897	6521	36.4%	0.965
COMERCIAL Y PUBLICO	Alumbrado Público	0.7%	358	11	3.0%	0.235
RESIDENCIAL	Calefacción	10.0%	5099	3534	69.3%	0.145
INDUSTRIA	Siderurgia	7.1%	3598	1795	49.9%	0.142
AGROPECUARIO	Agrícola	5.1%	2600	1031	39.7%	0.129
RESIDENCIAL	Cocción de alimentos	4.4%	2233	1151	51.5%	0.085
INDUSTRIA	Alimentos y bebidas	5.4%	2724	2021	74.2%	0.072
COMERCIAL Y PUBLICO	Comercio	3.6%	1850	1064	57.5%	0.063
INDUSTRIA	Cemento, vidrio, ceramica	3.2%	1650	941	57.0%	0.057
RESIDENCIAL	Iluminacion	0.6%	284	31	10.9%	0.051
INDUSTRIA	Textiles y confecciones	3.0%	1510	940	62.2%	0.048
INDUSTRIA	Mineria	1.3%	656	183	27.9%	0.046
INDUSTRIA	Quimica y petroquimica	3.3%	1671	1235	73.9%	0.044
INDUSTRIA	Aluminio	2.7%	1355	939	69.3%	0.038
RESIDENCIAL	Usos Varios	1.8%	908	562	61.9%	0.029
TRANSPORTE	Aéreo	1.0%	526	189	35.9%	0.029
RESIDENCIAL	Calentamiento de agua	1.8%	926	589	63.6%	0.029
INDUSTRIA	Madera y productos	1.6%	809	514	63.5%	0.025
RESIDENCIAL	Conservación de alimentos	1.5%	748	486	65.0%	0.023
INDUSTRIA	Papel y productos	1.5%	772	600	77.7%	0.020
AGROPECUARIO	Pesca	0.7%	345	138	40.0%	0.017
COMERCIAL Y PUBLICO	Servicio Educativo	0.7%	343	183	53.4%	0.013
COMERCIAL Y PUBLICO	Servicio Sanitario	0.8%	410	266	64.9%	0.012
AGROPECUARIO	Pecuario	0.5%	275	148	53.8%	0.010
INDUSTRIA	Maquinaria y equipos	0.6%	290	214	73.7%	0.008
COMERCIAL Y PUBLICO	Agua y Saneamientp	0.2%	111	34	30.6%	0.007
TRANSPORTE	Marítimo	0.3%	145	60	41.4%	0.007
RESIDENCIAL	Refrigeracion	1.1%	557	1311	235.4%	0.005
INDUSTRIA	Automotriz y autopartes	0.2%	114	81	71.0%	0.003
COMERCIAL Y PUBLICO	Hoteles	0.2%	85	57	67.4%	0.002
TRANSPORTE	Ferrocarril	0.1%	31	24	77.4%	0.001
AGROPECUARIO	Forestal	0.0%	15	6	40.0%	0.001
		100%	50895	26857		

Fuente: Elaboración propia

El primer grupo concentra el 80% del total de la energía destinada al consumo final del país. Nuevamente el sector Transporte, en este caso con la aclaración del sub-sector automotor, se presenta como el sector más ineficiente. El sector de Alumbrado Público aparece en el segundo lugar a pesar de tener una muy baja participación en la energía final, pero tiene un rendimiento sumamente bajo lo que lo ubica como candidato a las políticas de eficiencia. El otro sector de este grupo que aparece es el Comercio lo que se justifica por los usos de iluminación y climatización. El sector Residencial se presenta en sus usos calóricos e iluminación y la industria presenta los sub sectores energo intensivos en hornos y calderas. El sector Agrícola aparece debido a los consumos de gasoil en la maquinaria y su bajo rendimiento.

De esta manera, podemos jerarquizar todos los sectores para concentrarnos en los sectores que tienen bajos rendimientos y altos consumos energéticos.

Fuentes de datos y metodología utilizada

Para realizar el presente Balance de Energía Útil se utilizaron las fuentes disponibles a la fecha. De la Secretaria de Energía de la Nación se tomó, principalmente, el Balance Energético Nacional, los tipos y consumos de Autogeneradores y la energía entregada por las Distribuidoras de energía eléctrica a los distintos sectores. Del Instituto de Estadísticas y Censos se consideró la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares, el

Censo Nacional Agropecuario, el Censo Nacional Minero, la Encuesta de Comercio y la Encuesta de Hotelería, entre otros documentos estadísticos. Para usos especiales en la Industria se utilizaron los Diagnósticos Sectoriales publicados por el proyecto Eficiencia Energética en la Argentina financiado por la Unión Europea e implementado por GFA Consulting Group, Ego Nexus y Fundación Bariloche. Para estimar los rendimientos de los distintos artefactos en sus distintos usos se utilizaron fuentes especializadas o los datos publicados del Balance de Energía Útil de Brasil.

Dado que no se realizaron trabajos de campo especialmente para este Balance es aceptable la utilización de fuentes externas para estimar los rendimientos. Con respecto a los datos del Instituto de Estadísticas y Censos lamentablemente la Encuesta de Gastos de Hogares no tiene información suficiente para estimar correctamente el consumo en el hogar dado que no se dispone de la cantidad de artefactos de cada tipo que se encuentran en el lugar, solo se dispone de la respuesta sobre la tenencia del mismo. Esto puede provocar una subestimación del consumo. El Censo Nacional de Población y Vivienda no realizó distinción entre hogares urbanos y rurales y tampoco realizó una pregunta sobre la tenencia de electricidad o gas natural en el hogar lo que obligó a estimar estos datos.

En el sector Transporte se calcula la cantidad de vehículos que forman parte del parque móvil distinguiendo automóviles, livianos, camiones y ómnibus utilizando los datos de la Asociación de Fabricantes de Automóviles y la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes. Una vez obtenido el parque se utiliza un kilometraje medio anual por tipo de vehículo y un coeficiente medio de consumo de combustible por kilómetro. Ambos valores se estimaron y se controlaron durante los últimos cinco años respecto del total de combustible vendido informado por la refinerías y estaciones de servicio del país. A continuación, para el cálculo de la energía útil se afectó el consumo por un coeficiente de rendimiento típico de motores nafteros, a gasoil, GNC, eléctricos o aerokerosene. En el caso del gasoil se usó distintos coeficientes para el caso de automotores o embarcaciones.

Para el sector Agropecuario se analizaron los subsectores Pecuario, Agrícola, Forestal y Pesca. Se planteó un modelo bottom-up donde, partiendo de la cantidad de unidades físicas (hectáreas, cabezas, kilogramos de cada especie) se le aplicó un consumo específico obtenido de literatura especializada como la citada por los Diagnósticos del Sector Primario del GFA Consulting Group, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y similares. Los datos preliminares se obtuvieron del Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. No se pudieron obtener datos de la totalidad de los cultivos, pero se obtuvo información del 95% de la superficie cubierta en el territorio. Para el sector Pecuario se prestó atención a los invernaderos y tambos. Para el sector Forestal se tuvo en cuenta solo los bosques implantados dado que se encuentra prohibida la actividad en los bosques nativos. En el sector Agrícola se prestó atención no solo al cultivo sino también a los consumos en el riego y en las operaciones anti heladas. En el caso de las plantaciones industriales se profundizó los consumos en los hornos y secaderos de hojas.

En el sector Residencial se utilizaron los datos de la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares procesada para ser utilizada en los modelos de proyección de demanda de mediano y largo plazo. De esta fuente de datos se obtuvo la tenencia de artefactos domésticos por hogar, por zona geográfica y por nivel de ingresos. De la misma fuente se obtuvo las horas medias de uso al año y el consumo medio por artefacto y tipo de energía. Lamentablemente la Encuesta de Gastos de Hogares se realiza solo en el sector urbano por lo que deja fuera cerca de un millón y medio de hogares. Para cubrir este

faltante se trabajó con el Censo Nacional Agropecuario y se dividieron los establecimientos en Alto, Medio y Bajo de acuerdo a la cantidad de hectáreas que poseen. Por otra parte, hubo que calcular la cantidad de viviendas rurales porque el reciente Censo Nacional de Población y Viviendas no distingue entre urbano y rural. Para cubrir este dato se proyectó la serie histórica de población de un reconocido economista que presenta los indicadores macroeconómicos de los últimos doscientos años. Una vez restadas las viviendas de los establecimientos productivos, el resto de las viviendas se consideró que son rurales dispersos y se le asignó artefactos y consumo equivalente a la zona central del país dado que es el lugar donde se concentran.

En el sector Comercial y Público se analizaron distintos sectores. Para el sector Alumbrado Público se utilizó la información enviada por las Distribuidoras y Cooperativas de energía eléctrica donde indican la cantidad de energía utilizada a este fin. La cantidad de luminarias se obtuvo de la información de Diagnósticos Sectoriales citados y las eficiencias del Plan Nacional de Alumbrado Público. Para el sector Agua Potable y Saneamiento se utilizó la información publicada por la empresa AySA (la principal del país) donde indica las fuentes y usos que utiliza en su actividad a las que se le asignaron rendimientos típicos. Para el sector de Hospitales y Centros de Salud se utilizó la información de consumo por metro cuadrado calculado en base a datos del Ministerio de Salud, INDEC y Cámara Argentina de la Construcción. Para el sector de Establecimientos Educativos se calculó la superficie por alumno necesaria en base a los datos de la Cámara de la Construcción y los planes de expansión del Ministerio de Educación y se calculó la superficie total ocupada por los establecimientos. Las fuentes y usos se obtuvieron de una tesis de Maestría de un establecimiento de renombre nacional que dirigió el estudio. Para el sector Hotelería se utilizó la Encuesta Nacional Hotelera realizada por el Instituto de Estadísticas y Censos donde indica las características de los establecimientos, cantidad de estrellas, camas, piscina, cocina, etc. Además, se accedió a los consumos mensuales de gas y electricidad relevados en la encuesta lo que permitió ajustar los consumos por uso utilizando las conclusiones del Dr. Salvador Gil sobre el consumo del gas natural. Para el sector de Comercio Minorista se utilizó la Encuesta Nacional de Centros de Compras realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la cual se obtuvo la superficie media de los establecimientos según el rubro y este dato se afectó al Padrón Nacional de Establecimientos Productivos del Ministerio de Producción agrupando los establecimientos de acuerdo a su Código Internacional para aparearlos con los datos de la encuesta y poder calcular la superficie total ocupada.

Para el sector Industrial se analizaron los sectores de los cuales se dispone de información. En el sector Minería se utilizaron los datos del Censo Nacional de Actividad Minera realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos donde se relevaron los consumos en el sector que se asumen corresponde mayoritariamente a Fuerza Motriz. Para el sector Textiles y Confecciones se utilizó el análisis por fuentes y usos realizado por la CAF para nuestro país. Para el sector Automotriz y Autopartes se utilizó la información de los Diagnósticos Sectoriales y se complementó con literatura especializada (Huella de Carbono – DOE – Estados Unidos) para poder determinar los consumos y tipos de energía de la cámara de pintura que es el centro de mayor consumo dentro de la cadena de producción y el resto de los sectores. Para el sector Madera y productos de Madera se utilizó la información del Plan Foresto Industrial Nacional y se complementó con los Diagnósticos Sectoriales y literatura especializada. Para el sector de Papel y productos de Papel se utilizó el Diagnostico Sectorial y el Manual de Eficiencia Energética de la CAF para el sector de Pulpa y Papel.

Para el sector de Maquinaria y Equipos se utilizaron los estudios de la Comisión de Energía de la Unión Europea. Para el sector Aluminio se utilizaron los datos de la

empresa Aluar (única en el mercado). Para el sector Cerámica, Vidrio y Cemento se utilizaron los respectivos diagnósticos Sectoriales. Para el sector de Siderurgia se utilizó literatura especializada y los manuales de ABB de eficiencia energética en la industria del hierro y acero.

Recomendaciones y próximos pasos a seguir

El Balance de Energía Útil de la República Argentina para el año 2022 constituye una herramienta adecuada para dar soporte a los diagnósticos y diseños de las políticas que permitan la transición energética. Junto con el Balance Energético Nacional permite dar un paso fundamental para la consolidación de la información estadística del sector energético del país.

Se recomienda adoptar los resultados del BEU e incorporarlos al BEN para mejorar su información. Se recomienda una actualización periódica de este instrumento concentrándose primero en los sectores energo intensivos con bajos rendimientos para ir acompañando la mejora en las estadísticas con la disminución de las pérdidas energéticas y sus emisiones asociadas.

Se recomienda la realización de una nueva Encuesta Nacional de Gastos de Hogares que contenga la información adecuada para estos desarrollos.

Se recomienda la realización de un diagnóstico de los distintos sectores Industriales y del sector Comercial y Público con el nivel de detalle adecuado para este Balance.

Se recomienda se articule con institutos, cámaras y/o asociaciones especializadas para que realicen sus aportes en la determinación de valores de rendimiento de los distintos artefactos en sus usos.

Se recomienda incorporar los instrumentos necesarios para obtener información de la utilización de la energía solar térmica, así como de la biomasa y biogás en todos los sectores.

Anexos

Bombas de Calor – Acondicionamiento de Aire

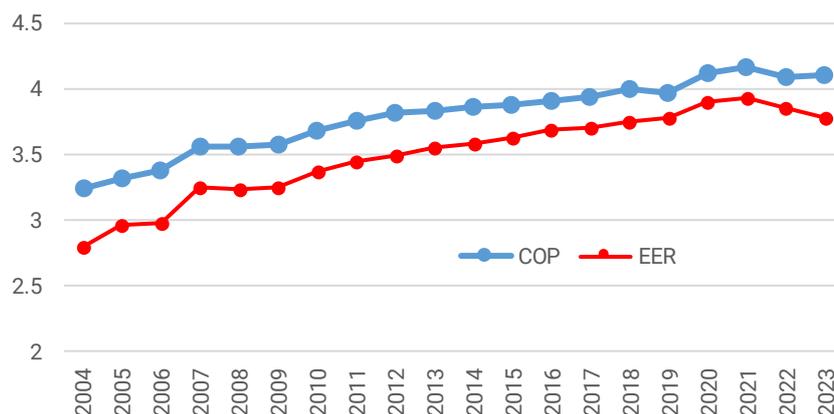
El rendimiento de la bomba de calor es la relación entre la calefacción o la refrigeración suministrada y la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema. Los coeficientes se expresan de dos formas.

- Coeficiente de rendimiento (Coefficient of Performance – COP) relación entre la calefacción suministrada y la energía eléctrica consumida.
- Coeficiente de eficiencia energética (Energy Efficiency ratio – EER) relación entre la refrigeración suministrada y la energía eléctrica consumida.

Estos valores figuran en la etiqueta de clasificación energética o en la información del fabricante. Un nivel aceptable de COP debería ser de al menos 3, y los mejores productos pueden tener un COP de 4 o más.¹⁵⁴

Gráfico A1 – Coeficientes de rendimiento y eficiencia

¹⁵⁴ EECA. Energy Efficiency and Conservation Authority. New Zeland Government.



Fuente: EECA

Las bombas de calor son mucho más eficientes porque utilizan métodos fundamentalmente distintos para generar calor en una vivienda. Los métodos de calefacción convencionales, como las estufas de gas, las chimeneas de leña y las resistencias eléctricas (radiantes), tienen una eficiencia inferior al 100%. Es decir, por cada unidad de energía que consumen, menos de una unidad se transforma en calor en una habitación.

El 100% representa todo el calor posible que podría extraerse perfectamente de la combustión de la leña, pero una gran parte de ese calor sube por la chimenea y no se convierte en calor dentro de la habitación. Estas mismas ineficiencias existen también en los aparatos de calefacción de gas, cuya eficiencia energética ronda el 75%-85%.

Las bombas de calor utilizan un método fundamentalmente distinto para generar calor y/o frío. La mayoría de las bombas de calor (o aires acondicionados) tienen un ciclo de calefacción y otro de refrigeración, y también se conocen como aires acondicionados de ciclo inverso.

Las bombas de calor "bombean" un refrigerante (un líquido con un punto de ebullición bajo) entre el interior y el exterior, y utilizan la diferencia de temperatura y la compresión/descompresión del refrigerante para absorber o liberar calor. Esto produce calefacción o refrigeración dependiendo del ciclo en el que se encuentre la bomba de calor y es la razón por la que las bombas de calor tienen una unidad tanto dentro como fuera de la vivienda.

El bombeo de este refrigerante utiliza menos de una unidad de energía por cada unidad de calor que produce, razón por la cual las bombas de calor pueden producir alrededor de un 350% de calefacción por cada unidad de electricidad. Esto se compara con un calentador de resistencia o de barra, que produce algo menos de una unidad de calor por cada unidad de electricidad que circula por él. El rendimiento de la bomba de calor depende de la temperatura interior y exterior y del refrigerante utilizado. El rendimiento medio de una bomba de calor ronda el 350%.

En ambientes muy fríos se reduce y puede rondar el 200%, pero sigue siendo mucho más eficiente que cualquier otro aparato de calefacción. En ambientes más cálidos, la eficiencia de las bombas de calor puede superar el 400%.

Cálculo del Parque Automotor por tipo de Energía consumida

En el siguiente apartado se muestra cómo se estima el parque automotor por tipo de vehículo y motorización a partir de los datos públicos existentes.

El sector terrestre automotor es el más complejo de los sectores del Transporte. El primer desafío es determinar el parque automotor que circula por el territorio. A este fin se puede utilizar la información de la DNRPA¹⁵⁵ (Dirección Nacional de Registro de la Propiedad Automotor) pero suele no tener el nivel de detalle que se necesita para el balance.

Las opciones que se tienen son los informes de ADEFA¹⁵⁶ (Asociación de Fabricantes de Automotores) o AFAC¹⁵⁷ (Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes) donde se evalúa el parque de automotores circulante.

Se ve que existe poca diferencia a nivel general, menos del 4%, pero difiere mucho la distribución en los subsectores. Se considera más adecuado el parque estimado por AFAC, pero la distribución entre Camiones y Ómnibus parece más razonable en el cuadro de ADEFA.

Por lo tanto, de los automotores pesados que acusa AFAC (P_{PESADOS}), se toma el %CAM(Adefa) como camiones y el %OMN(Adefa) como ómnibus y se obtiene P_{CAM} y P_{OMN} .

De la información suministrada por el ENARGAS¹⁵⁸ se obtiene la flota de vehículos circulante con GNC (P_{GNC}). Lo que resta resolver para determinar una primera aproximación al parque es el tipo de motores.

Los camiones y ómnibus tienen motor a Gasoil, los vehículos con GNC tiene motor a Nafta y los vehículos livianos (P_{LIV}) se consideran el 80% a Gasoil y el 20% a Nafta. Algunas consultoras en sus estudios estiran esta diferencia hasta 90% - 10%.

El informe de AFAC en su anuario indica el parque vehicular con motorización diésel (% P_{GASOIL}) y con motorización a Nafta (% P_{NAFTA}). Con toda esta información se debe determinar la cantidad de automóviles que poseen cada motorización.

Según el anuario de AFAC se tiene un parque total (P_{TOTAL}) de vehículos de los cuales el % P_{GASOIL} se encuentra motorizado a gasoil; esto permite calcular el P_{GASOIL} . Los ómnibus y los camiones son siempre considerados a gasoil a los cuales se le debe agregar el 80% de los automotores livianos. Por lo tanto, se tiene

$$P_{\text{GASOIL}} - P_{\text{CAM}} - P_{\text{OMN}} - 0.8 * P_{\text{LIV}} = P_{\text{AUTO-GO}}$$

Ahora se debe realizar un procedimiento similar para determinar los automóviles que están motorizados a nafta. Se parte de la información de AFAC que indica El parque de automóviles (P_{AUTO}) a los que se les descuenta los automóviles que son a GNC (P_{GNC}) según el ENARGAS y $P_{\text{AUTO-GO}}$ automóviles que son a gasoil recién calculados y se obtiene $P_{\text{AUTO-NAF}}$.

¹⁵⁵ https://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/boletines_estadisticos2.php

¹⁵⁶ <http://www.adefa.org.ar/es/estadisticas-anuarios>

¹⁵⁷ <http://www.afac.org.ar/#>

¹⁵⁸ <https://www.enargas.gob.ar/secciones/gas-natural-comprimido/estadisticas.php>

Resumiendo, se observa la totalidad del parque discriminado por motorización.

Automóviles a Gasoil	$P_{\text{AUTO-GO}}$
Automóviles a GNC	P_{GNC}
Automóviles a Nafta	$P_{\text{AUTO-NAF}}$
Livianos a Gasoil	$0.8 * P_{\text{LIV}}$
Livianos a Nafta	$0.2 * P_{\text{LIV}}$
Camiones a Gasoil	P_{CAM}
Ómnibus a Gasoil	P_{OMN}

Criterios utilizados para excluir los vehículos especiales del estudio del sector terrestre

Como se indica oportunamente, el kilometraje medio anual de cada vehículo automotor dependerá del uso que se le dé al vehículo. Para dimensionar estas cifras lo primero que se debe conocer es la cantidad de agentes que se desempeñan en la Administración Pública.

Para ello se usa la información de la OECD¹⁵⁹ donde indica que en la Argentina el 17.2% de la Población Económicamente Activa (PEA) es agente de la administración pública nacional, provincial o municipal.

La PEA discriminada por provincia se obtiene del INDEC¹⁶⁰ a partir de la Encuesta Permanente de Hogares. Combinando esta información se concluye que existen 2.326.644 agentes distribuidos el 21% en la Administración Nacional, 65% en la Provincial y 13% en la Municipal. A los efectos de la distribución por provincia se considera que la Administración Nacional concentra el 80% de sus agentes en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el 20% en la provincia de Buenos Aires.

Las administraciones provinciales y municipales se distribuyen proporcionalmente a la PEA con un peso de 83% de agentes provinciales y 17% de agentes municipales. La cantidad de vehículos que posea cada administración será proporcional a sus agentes distribuyéndose con los coeficientes recomendados en el Informe de Transporte de Pasajeros y Carga¹⁶¹ que indican asignar un automóvil cada 300 agentes, un transporte liviano cada 110 agentes, un transporte pesado cada 650 agentes y un ómnibus cada 850 agentes.

Los efectivos del Ejército Argentino¹⁶² y Gendarmería se distribuyen proporcionalmente a la población de la provincia. Los efectivos de la Armada¹⁶³ se distribuyen de acuerdo a la PEA de las provincias que forman las áreas navales. Los efectivos de la Fuerza Aérea¹⁶⁴ se distribuyen proporcionalmente a la PEA de las provincias con bases permanentes. La Prefectura Naval¹⁶⁵ se distribuye proporcional a la PEA de las provincias que tienen puertos en frontera.

Finalmente la Policía de Seguridad Aeroportuaria¹⁶⁶ se distribuye proporcionalmente a la cantidad de vuelos que operan en el aeropuerto de cada provincia. En el caso de las policías federal y provinciales las Naciones Unidas recomiendan 2.8 agentes por cada 1.000 habitantes¹⁶⁷ pero en nuestro país podemos estimar 5.5 agentes por cada 1.000 habitantes para la policía federal y 4.5 agentes por cada 1.000 habitantes para las policías provinciales.

A la Policía Federal se la distribuye en CABA, Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Mendoza y Tucumán y a las provinciales en todas las provincias a excepción de CABA. Todos estos datos surgen del informe de Transporte del C3T citado (ver Nota 5) y se considera

¹⁵⁹ https://www.oecd-ilibrary.org/governance/panorama-de-las-administraciones-publicas-america-latina-y-el-caribe-2020_1256b68d-es

¹⁶⁰ INDEC. cuadros_tasas_indicadores_eph_06_22. Cuadro 3.2

¹⁶¹ Sanchez, Jorge - Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial (C3T) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

¹⁶² <https://www.argentina.gob.ar/defensa/datos-estadisticos-fuerzas-armadas>

¹⁶³ <https://www.argentina.gob.ar/armada/despliegue-naval>

¹⁶⁴ <https://www.argentina.gob.ar/fuerzaaerea/comando-de-adiestramiento-y-alistamiento>

¹⁶⁵ <https://contenidosweb.prefecturanaval.gob.ar/frontera/?page=listarPuertos>

¹⁶⁶ [https://www.eana.com.ar/sites/default/files/2020-05/Informe Mensual Enero 2019 V Resumen. _0.pdf](https://www.eana.com.ar/sites/default/files/2020-05/Informe%20Mensual%20Enero%202019%20Resumen._0.pdf)

¹⁶⁷ Citado en CELAG. Centro estratégico latinoamericano de geopolítica. <https://www.celag.org/>

que existe un patrullero por cada 20 agentes, un utilitario por cada 54 agentes, un camión por cada 147 agentes y un ómnibus por cada 174 agentes.

Para el cálculo de la flota de taxis y/o remises se tomaron las conclusiones del estudio realizado por el Ing. Enrique Filgueira en la Universidad Tecnológica Nacional y el Centro Tecnológico de Transporte, Transito y Seguridad Vial de dicho establecimiento. En el mismo se establece una media de 5.3 vehículos cada 1000 habitantes. Consideramos que la actividad disminuyó en los últimos años debido a factores exógenos como el aislamiento (ASPO) debido al COVID. Revistas especializadas y cámaras del sector estiman una pérdida de hasta el 50% de la flota en los principales centros urbanos. Para nuestro estudio consideraremos una disminución del 40% en Buenos Aires y CABA, 20% en las principales provincias y 10% en el resto. De acuerdo a estas estimaciones el parque pasaría a ser de 3.7 vehículos cada 1000 habitantes.

Por lo tanto, para el año 2018 tomado como base, se puede estimar la existencia de 23.339 automóviles, 28.907 vehículos livianos, 5.974 camiones 4.729 ómnibus en el sector de la administración pública y fuerzas de seguridad. Además, se cuentan 108.281 taxis en todo el país. Considerando un parque promedio total de 14.000.000 de unidades, estos usos especiales representan el 1.2% del total por lo que se entiende que se pueden excluir del análisis dada la complejidad que representa estimar los recorridos medios de cada grupo.

Poder Calorífico Inferior de los principales recursos energéticos

Dependiendo del ámbito de estudio se pueden encontrar diferentes conceptos para definir la energía, pero a los efectos de las Estadísticas Energéticas Nacionales podemos indicar que la energía es la capacidad que tiene un elemento natural o artificial de producir alteraciones en su entorno. Su manifestación puede ser perceptible o no a nuestros sentidos, pero puede ser aprovechada o transformada como movimiento, luz, calor, electricidad, etc. Sólo nos ocuparemos de aquellos elementos de los cuales podemos obtener calor y/o electricidad y para su cuantificación se pueden hacer las siguientes distinciones:

- Fuentes combustibles, como sólidos, líquidos y gases, se pueden medir mediante unidades físicas de masa o de volumen o en unidades energéticas de acuerdo a su capacidad de producir calor por combustión.
- Fuentes no combustibles, como la solar, geotermia, hidroenergía y energía eólica, se medirán solamente en unidades energéticas de acuerdo a su capacidad de generar electricidad y calor.

A efectos de las estadísticas energéticas se entiende como contenido energético de una fuente, su capacidad de producir electricidad y/o calor. El valor o poder calorífico es la cantidad de calor por unidad de masa, que una fuente material, es capaz de producir durante la combustión o que se libera durante el proceso de combustión existiendo dos medidas del valor calorífico: el valor superior o bruto y el valor inferior o neto. El valor calorífico superior o bruto es la cantidad de calor generado por la combustión del producto incluyendo el calor latente del vapor de agua que se forma al combinarse el hidrógeno contenido en el producto con el oxígeno del aire. Este vapor se disipa en la atmósfera y no es considerado cuando se especifica el valor calorífico inferior o neto. Para los combustibles sólidos y líquidos, la diferencia entre ambos valores caloríficos es de aproximadamente el 5%, en cambio para los gases, naturales o procesados, la diferencia entre ambos valores caloríficos alcanza el 10%.

De acuerdo a la Ley 19511 y modificatorias el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA) estará constituido por las unidades, múltiplos y submúltiplos, prefijos y símbolos del Sistema Internacional de Unidades (SI) tal como ha sido recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas hasta su Décimo-cuarta Reunión y las unidades, múltiplos, submúltiplos y símbolos ajenos al SI que figuran en el cuadro de unidades del SIMELA que se incorpora a esta ley como anexo. Se especifica que la unidad de Energía, trabajo y cantidad de calor será el Joule¹⁶⁸ (J) y se acepta, como unidad no perteneciente al Sistema Internacional, el Watt Hora (Wh) estableciendo una equivalencia de $1 \text{ Wh} = 3.6 \times 10^3 \text{ J}$.

Teniendo presente que la unidad internacional adoptada es el Joule pero que todavía no ha logrado un alto grado de utilización, se ha elegido la Tonelada Equivalente de Petróleo (tep) para la confección de los Balances Energéticos Nacionales por las siguientes razones:

- Es coherente con el sistema MKS
- Expresa una realidad física de lo que significa.
- Está relacionado con el energético más importante (petróleo) en la actualidad.

¹⁶⁸ Un Joule (J) es la cantidad de energía que se utiliza para mover un kilogramo masa a lo largo de una distancia de un metro, aplicando una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

- Por tradición y conveniencia a nivel nacional.

Se asume para el petróleo un poder calorífico inferior o neto de 10000 kcal/kg y una equivalencia de $1 \text{ J} = 0.239 \text{ cal}$.

La diversidad de unidades en las que se miden los energéticos (toneladas, barriles, metros cúbicos, BTU, litros, watts hora, etc.) impide su comparación directa por lo que es necesario adoptar una unidad común para las distintas fuentes de energía y para tal fin se utilizan los valores caloríficos inferiores factor de conversión los cuales se indican a continuación.

- Leña 0.207 Tep/Tn
- Carbón de Leña 0.7 Tep/Tn
- Carbón Mineral 0.72 Tep/Tn
- Coque 0.68 Tep/Tn
- Electricidad 0.086 Tep/MWh
- Gas Natural 0.83 Tep/dam³
- Gas Licuado 1.1 Tep/Tn
- Fueloil 0.98 Tep/Tn
- Gasoil 0.8616 Tep/ m³
- Motonafta 0.7512 Tep/ m³
- Aerokerosene 0.84 Tep/ m³

Sector Residencial – Calefacción

A continuación, se muestra la energía final y energía útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A1 – Energía Final y Energía Útil – Calefacción – Altos Ingresos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Split Baja Potencia	372	GWh	32	350.00%	112
Split Alta Potencia	318	GWh	27	350.00%	96
Estufa eléctrica (caloventor, radiador, convector, etc.)	1407	GWh	121	45.00%	54
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	273	MMm3	226	60.00%	136
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	1378	MMm3	1144	60.00%	686
Calefacción centralizada a gas	317	MMm3	263	75.00%	197
Calefacción por losa radiante a gas	161	MMm3	133	75.00%	100
Calefacción por radiadores de agua a gas	901	MMm3	747	75.00%	561
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	12386	Tn	14	60.00%	8
Calefacción centralizada a gas (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Calefacción por losa radiante (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Calefacción por radiadores de agua (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Estufa a Kerosene	1	m3	0.00	60.00%	0.0
Hogar/Salamandra a leña	25699	Tn	5	60.00%	3
			2714	72.0%	1954

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A2 – Energía Final y Energía Útil – Calefacción – Medios Ingresos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Split Baja Potencia	146	GWh	13	350.00%	44
Split Alta Potencia	148	GWh	13	350.00%	44
Estufa eléctrica (caloventor, radiador, convector, etc.)	931	GWh	80	45.00%	36
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	167	MMm3	138	60.00%	83
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	699	MMm3	580	60.00%	348
Calefacción centralizada a gas	44	MMm3	37	75.00%	28
Calefacción por losa radiante a gas	11	MMm3	9	75.00%	7
Calefacción por radiadores de agua a gas	58	MMm3	48	75.00%	36
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	21728	Tn	24	60.00%	14
Calefacción centralizada a gas (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Calefacción por losa radiante (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Calefacción por radiadores de agua (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Estufa a Kerosene	1	m3	0	60.00%	0
Hogar/Salamandra a leña	27965	Tn	6	60.00%	3
			947	67.9%	643

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A3 – Energía Final y Energía Útil – Calefacción – Bajos Ingresos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Split Baja Potencia	237	GWh	20	350.00%	71
Split Alta Potencia	180	GWh	15	350.00%	54
Estufa eléctrica (caloventor, radiador, convector, etc.)	2578	GWh	222	45.00%	100
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	249	MMm3	207	60.00%	124
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	982	MMm3	815	60.00%	489
Calefacción centralizada a gas	1	MMm3	1	75.00%	0
Calefacción por losa radiante a gas	0	MMm3	0	75.00%	0
Calefacción por radiadores de agua a gas	1	MMm3	1	75.00%	1
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	64759	Tn	71	60.00%	43
Calefacción centralizada a gas (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Calefacción por losa radiante (GLP)	0	Tn	0	75.00%	0
Calefacción por radiadores de agua (GLP)	9	Tn	0	75.00%	0
Estufa a Kerosene	4	m3	0	60.00%	0
Hogar/Salamandra a leña	83273	Tn	17	60.00%	10
			1370	65.2%	893

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A4 – Energía Final y Energía Útil – Calefacción – Rurales

HOGARES RURALES	Alto	Medio	Bajo	Disperso	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
						kTep		Util (kTep)
Split Baja Potencia	578	578	578		kwh	0.9	350.00%	3.0
Split Alta Potencia	1159	1159	1159		kwh	0.8	350.00%	2.7
Estufa eléctrica (caloventor, radiador)	1530	1530	1530		kwh	7.1	45.00%	3.2
Estufa / Calefactor a gas sin tiro balanceado	320	320	320		m3	0.9	60.00%	0.5
Estufa / Calefactor a gas con tiro balanceado	722	722	722		m3	3.3	60.00%	2.0
Calefacción centralizada a gas	2307	923	15		m3	0.2	75.00%	0.1
Calefacción por losa radiante a gas	1260	504	8		m3	0.1	75.00%	0.0
Calefacción por radiadores de agua	7983	3193	53		m3	0.3	75.00%	0.2
Estufa a garrafa / calefactor (GLP)	192	192	192		kg	0.2	60.00%	0.1
Estufa a Kerosene	0.19	0.19	0.19	0.19	m3	0.1	60.00%	0.1
Hogar/Salamandra a leña	192	192	192	192	kg	53	60.00%	32
						67	65.6%	44
Hogares en Establecimientos	11445	91709	123986	1334216				

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial – Cocción

A continuación, se muestra la energía final y energía útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A5 – Energía final y Energía Útil – Cocción – Altos Ingresos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Anafe eléctrico	76	GWh	7	80.00%	5
Horno eléctrico	458	GWh	39	80.00%	31
Microondas	139	GWh	12	50.00%	6
Cocina a gas	416	MMm3	346	50.00%	173
Anafe a gas	127	MMm3	106	50.00%	53
Horno a gas	104	MMm3	86	50.00%	43
Cocina a gas glp	6508	Tn	7	50.00%	4
Anafe a gas glp	3237	Tn	4	50.00%	2
Horno a gas glp	1351	Tn	1	50.00%	1
			607	52.3%	317

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A6 – Energía final y Energía Útil – Cocción – Ingresos Medios

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Anafe eléctrico	33	GWh	3	80.00%	2
Horno eléctrico	239	GWh	21	80.00%	16
Microondas	76	GWh	7	50.00%	3
Cocina a gas	282	MMm3	234	50.00%	117
Anafe a gas	89	MMm3	74	50.00%	37
Horno a gas	73	MMm3	60	50.00%	30
Cocina a gas glp	9863	Tn	11	50.00%	5
Anafe a gas glp	3602	Tn	4	50.00%	2
Horno a gas glp	1592	Tn	2	50.00%	1
			415	51.7%	214

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A7 – Energía final y Energía Útil – Cocción – Ingresos Bajos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo		Energía Útil (kTep)
			kTep	Eficiencia	
Anafe eléctrico	54	GWh	5	80.00%	4
Horno eléctrico	522	GWh	45	80.00%	36
Microondas	100	GWh	9	50.00%	4
Cocina a gas	809	MMm3	671	50.00%	336
Anafe a gas	223	MMm3	185	50.00%	93
Horno a gas	157	MMm3	131	50.00%	65
Cocina a gas glp	72924	Tn	80	50.00%	40
Anafe a gas glp	18555	Tn	20	50.00%	10
Horno a gas glp	6680	Tn	7	50.00%	4
			1153	51.3%	591

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A8 – Energía final y Energía Útil – Cocción – Hogares Rurales

ARTEFACTO	Consumo Medio			Disperso	ENERGÍA	Consumo		Energía Útil (kTep)
	Alto	Medio	Bajo			kTep	Eficiencia	
Anafe eléctrico	757	757	801		EE	0.0	80.00%	0.0
Horno eléctrico	564	564	581		EE	0.3	80.00%	0.3
Microondas	58	58	52		EE	0.3	50.00%	0.1
Cocina a gas	213	213	244		GN	1.7	50.00%	0.8
Anafe a gas	113	113	128		GN	0.4	50.00%	0.2
Horno a gas	95	95	91		GN	0.3	50.00%	0.2
Cocina a gas	209	209	243		GLP	1.2	50.00%	0.6
Anafe a gas	106	106	121		GLP	0.4	50.00%	0.2
Horno a gas	50	50	46		GLP	0.1	50.00%	0.1
Coccion a Leña	192				LEÑA	53	50.00%	27
						58	50.2%	29
Hogares en Establecimientos	11445	91709	123986	1334216				

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial – Calentamiento de Agua

A continuación, se muestra el consumo medio y la energía final y útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A9 – Consumo Medio Hogares Nivel Alto (kwh, m³,tn)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Calefón eléctrico	222	208	248	222	222	208	194	194	274
Termotanque eléctrico	708	657	768	708	708	657	605	605	828
Calefón a gas c/piloto	121	119	129	121	121	119	117	117	137
Calefón a gas s/piloto	65	63	72	65	65	63	60	60	79
Termotanque a gas	128	124	135	128	128	124	120	120	143
Agua caliente caldera propia	58	53	65	58	58	53	49	49	73
Agua caliente central	60	52	74	60	60	52	45	45	88
Calefón a gas s/piloto	128	124	135	128	128	124	120	120	143
Calefón a gas c/piloto	93	91	99	93	93	91	88	88	106
Termotanque a gas	49	46	57	49	49	46	43	43	65

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A10 – Energía final y Energía Útil – Calentamiento de agua – Ingresos Alto

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Calefón eléctrico	40	GWh	3	45.00%	2
Termotanque eléctrico	193	GWh	17	75.00%	12
Calefón a gas c/piloto	144	MMm3	120	45.00%	54
Calefón a gas s/piloto	5	MMm3	4	45.00%	2
Termotanque a gas	227	MMm3	188	75.00%	141
Agua caliente caldera propia	5	MMm3	4	75.00%	3
Agua caliente central	9	MMm3	7	75.00%	6
Calefón a gas s/piloto	139	Tn	0	45.00%	0
Calefón a gas c/piloto	258	Tn	0	45.00%	0
Termotanque a gas	132	Tn	0	75.00%	0
			344	63.9%	220

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A11 – Consumo Medio Hogares Nivel Medio (kwh, m³,tn)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Calefón eléctrico	221	208	242	221	221	208	195	195	263
Termotanque eléctrico	711	665	777	711	711	665	620	620	842
Calefón a gas c/piloto	122	119	131	122	122	119	117	117	139
Calefón a gas s/piloto	65	62	76	65	65	62	59	59	86
Termotanque a gas	128	124	136	128	128	124	121	121	144
Agua caliente caldera propia	58	56	68	58	58	56	54	54	78
Agua caliente central	59	54	71	59	59	54	48	48	83
Calefón a gas s/piloto	128	124	136	128	128	124	121	121	144
Calefón a gas c/piloto	92	90	100	92	92	90	89	89	108
Termotanque a gas	49	47	25	49	49	47	44	44	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A12 – Energía final y Energía Útil – Calentamiento de agua – Ingresos Medios

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Calefón eléctrico	65	GWh	6	45.00%	3
Termotanque eléctrico	170	GWh	15	75.00%	11
Calefón a gas c/piloto	79	MMm3	65	45.00%	29
Calefón a gas s/piloto	4	MMm3	3	45.00%	1
Termotanque a gas	134	MMm3	111	75.00%	83
Agua caliente caldera propia	1	MMm3	1	75.00%	1
Agua caliente central	2	MMm3	1	75.00%	1
Calefón a gas s/piloto	0	Tn	0	45.00%	0
Calefón a gas c/piloto	100	Tn	0	45.00%	0
Termotanque a gas	64	Tn	0	75.00%	0
			202	64.0%	129

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A13 – Consumo Medio Hogares Nivel Bajo (kwh, m³,tn)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Calefón eléctrico	222	208	234	222	222	208	195	195	247
Termotanque eléctrico	716	672	762	716	716	672	627	627	807
Calefón a gas c/piloto	122	119	127	122	122	119	116	116	132
Calefón a gas s/piloto	65	62	77	65	65	62	59	59	89
Termotanque a gas	128	125	137	128	128	125	121	121	145
Agua caliente caldera propia	57	52	67	57	57	52	47	47	77
Agua caliente central	59	53	73	59	59	53	47	47	86
Calefón a gas s/piloto	128	125	137	128	128	125	121	121	145
Calefón a gas c/piloto	93	91	100	93	93	91	90	90	107
Termotanque a gas	50	47	25	50	50	47	45	45	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A14 – Energía final y Energía Útil – Calentamiento de agua – Ingresos Bajos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Calefón eléctrico	306	GWh	26	45.00%	12
Termotanque eléctrico	564	GWh	48	75.00%	36
Calefón a gas c/piloto	129	MMm3	107	45.00%	48
Calefón a gas s/piloto	5	MMm3	4	45.00%	2
Termotanque a gas	210	MMm3	174	75.00%	131
Agua caliente caldera propia	1	MMm3	1	75.00%	1
Agua caliente central	2	MMm3	2	75.00%	1
Calefón a gas s/piloto	333	Tn	0	45.00%	0
Calefón a gas c/piloto	267	Tn	0	45.00%	0
Termotanque a gas	195	Tn	0	75.00%	0
			364	63.6%	231

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A15 – Energía final y Energía Útil – Calentamiento de agua – Hogares Rurales

ARTEFACTO	Consumo Medio			Disperso	ENERGÍA	Consumo	Eficiencia	Energía
	Alto	Medio	Bajo			kTep		Util (kTep)
Calefón eléctrico	212	211	210		EE	0.7	45.00%	0.3
Termotanque eléctrico	677	677	688		EE	1.2	75.00%	0.9
Calefón a gas c/piloto	121	121	121		GN	0.5	45.00%	0.2
Calefón a gas s/piloto	65	64	63		GN	0.0	45.00%	0.0
Termotanque a gas	129	129	129		GN	1.2	75.00%	0.9
Agua caliente caldera propia	58	58	51		GN	0.0	75.00%	0.0
Agua caliente central	60	58	56		GN	0.0	75.00%	0.0
Calefón a GLP s/piloto	120		121		GLP	6.9	45.00%	3.1
Calefón a GLP c/piloto	88	89	90		GLP	5.2	45.00%	2.3
Termotanque a GLP	43	44	45		GLP	0.0	75.00%	0.0
						16	49.7%	8
Hogares en Establecimientos	11445	91709	123986	1334216				

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial – Conservación de Alimentos

A continuación, se muestra el consumo medio y la energía final y útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A16 – Consumo Medio Hogares Nivel Alto (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Heladera con freezer	673	832	565	819	729	837	869	714	410
Heladera sin freezer	408	530	370	497	443	533	577	474	285
Freezer	727	968	625	885	788	974	1077	885	463

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A17 – Energía final y Energía Útil – Conservación de alimentos – Ingresos Alto

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Heladera con freezer	2533	GWh	218	65.00%	142
Heladera sin freezer	156	GWh	13	60.00%	8
Freezer	411	GWh	35	70.00%	25
			267	65.4%	174

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A18 – Consumo Medio Hogares Nivel Medio (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Heladera con freezer	538	713	521	737	656	624	679	527	350
Heladera sin freezer	327	429	318	447	398	375	404	313	215
Freezer	582	804	569	796	709	703	799	620	387

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A19 – Energía final y Energía Útil – Conservación de alimentos – Ingresos Medios

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Heladera con freezer	1400	GWh	120	65.00%	78
Heladera sin freezer	97	GWh	8	60.00%	5
Freezer	179	GWh	15	70.00%	11
			144	65.2%	94

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A20 – Consumo Medio Hogares Nivel Bajo (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Heladera con freezer	473	598	516	655	583	500	550	452	344
Heladera sin freezer	289	363	325	398	354	304	334	274	224
Freezer	494	660	548	708	630	552	622	511	358

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A21 – Energía final y Energía Útil – Conservación de alimentos – Ingresos Bajos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Heladera con freezer	2841	GWh	244	65.00%	159
Heladera sin freezer	300	GWh	26	60.00%	15
Freezer	398	GWh	34	70.00%	24
			304	65.1%	198

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A22 – Energía final y Energía Útil – Conservación de alimentos – Hogares Rurales

ARTEFACTO	Consumo Medio			Disperso	ENERGIA	Consumo	Eficiencia	Energía
	Alto	Medio	Bajo			kTep		Util (kTep)
Heladera con freezer	727	623	543		EE	9	65.00%	6
Heladera sin freezer	458	370	328		EE	24	60.00%	14
Freezer	810	681	588		EE	1	70.00%	1
						33	61.6%	20
Hogares en Establecimientos	11445	91709	123986	1334216				

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial – Refrigeración del Hogar

A continuación, se muestra el consumo medio y la energía final y útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A23 – Consumo Medio Hogares Nivel Alto (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Split baja potencia	279	446	472	637	648	733	1203	1098	81
Split alta potencia	401	661	793	916	932	1085	1808	1651	151
Aire acondicionado - Compacto	364	619	455	832	846	1017	1721	1572	56
Ventilador	39	56	69	89	91	92	143	130	12
Refrigeración central	369	483	445	842	856	792	1152	1052	53

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A24 – Energía final y Energía Útil – Refrigeración – Ingresos Alto

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo kTep	Eficiencia	Energía Util (kTep)
Split baja potencia	1238	GWh	107	330.00%	351
Split alta potencia	791	GWh	68	330.00%	225
Aire acondicionado - Compacto	361	GWh	31	74.00%	23
Ventilador	232	GWh	20	75.00%	15
Refrigeración central	19	GWh	2	79.00%	1
			227	270.8%	615

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A25 – Consumo Medio Hogares Nivel Medio (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Split baja potencia	279	498	486	637	519	701	1124	924	85
Split alta potencia	401	732	756	916	745	1030	1672	1374	139
Aire acondicionado - Compacto	364	681	763	832	677	957	1573	1293	150
Ventilador	39	68	79	89	73	96	152	125	15
Refrigeración central	369	501	543	842	685	705	935	768	82

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A26 – Energía final y Energía Útil – Refrigeración – Ingresos Medios

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Split baja potencia	541	GWh	47	330.00%	154
Split alta potencia	306	GWh	26	330.00%	87
Aire acondicionado - Compacto	245	GWh	21	74.00%	16
Ventilador	167	GWh	14	75.00%	11
Refrigeración central	3	GWh	0	79.00%	0
			109	245.9%	267

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A27 – Consumo Medio Hogares Nivel Bajo (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Split baja potencia	276	479	588	637	389	673	1056	771	116
Split alta potencia	387	656	438	916	559	923	1405	1027	43
Aire acondicionado - Compacto	331	690	469	832	508	970	1605	1173	61
Ventilador	40	70	59	89	55	98	157	115	9
Refrigeración central	202	445	769	842	514	626	738	539	151

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A28 – Energía final y Energía Útil – Refrigeración – Ingresos Bajos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Split baja potencia	819	GWh	70	330.00%	233
Split alta potencia	393	GWh	34	330.00%	111
Aire acondicionado - Compacto	759	GWh	65	74.00%	48
Ventilador	438	GWh	38	75.00%	28
Refrigeración central	14	GWh	1	79.00%	1
			208	202.3%	421

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A29 – Energía final y Energía Útil – Refrigeración – Hogares Rurales

ARTEFACTO	Consumo Medio			Disperso	ENERGIA	Consumo	Eficiencia	Energía
	Alto	Medio	Bajo			kTep		Util (kTep)
Split baja potencia	634	591	571		EE	2	330.00%	8
Split alta potencia	959	877	788		EE	1.1	330.00%	4
Aire acondicionado - Compacto	1014	995	1175		EE	0.8	74.00%	1
Ventilador	84	82	82		EE	8.7	75.00%	7
Refrigeración central	636	705	563		EE	0.0	79.00%	0
						13	142.2%	18
Hogares en Establecimientos	11445	91709	123986	1334216				

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial – Iluminación

A continuación, se muestra la energía final y útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A30 – Energía final y Energía Útil – Iluminación – Ingresos Alto

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Incandescentes	57	GWh	5	2.30%	0
Halógenas	57	GWh	5	11.00%	1
Bajo consumo	65	GWh	6	17.00%	1
Led	19	GWh	2	23.00%	0
Tubo	48	GWh	4	15.00%	1
			21	12.3%	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A31 – Energía final y Energía Útil – Iluminación – Ingresos Medios

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Incandescentes	582	GWh	50	2.30%	1
Halógenas	265	GWh	23	11.00%	3
Bajo consumo	459	GWh	39	17.00%	7
Led	113	GWh	10	23.00%	2
Tubo	336	GWh	29	15.00%	4
			151	11.2%	17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A32 – Energía final y Energía Útil – Iluminación – Ingresos Bajos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Incandescentes	590	GWh	51	2.30%	1
Halógenas	152	GWh	13	11.00%	1
Bajo consumo	317	GWh	27	17.00%	5
Led	56	GWh	5	23.00%	1
Tubo	190	GWh	16	15.00%	2
			112	9.6%	11

Fuente: Elaboración propia

Sector Residencial – Otros Usos

A continuación, se muestra el consumo medio y la energía final y útil por artefacto, nivel de ingresos y locación.

Cuadro A33 – Consumo Medio Hogares Nivel Alto (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Lavarropas automático	123	179	174	415	253	218	295	243	231
Lavarropas semiautomático	11	17	15	36	22	20	29	24	19
Tv LED / LCD	119	210	191	403	246	256	416	341	285
Tv tubo	151	259	193	511	312	316	500	411	227
Computadora de Escritorio	377	676	697	1276	779	824	1349	1108	1151
Plancha	72	151	130	244	149	184	334	275	211
Bomba de pozo / cisterna	122	223	206	412	251	272	453	372	321

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A34 – Energía final y Energía Útil – Otros Usos – Ingresos Alto

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Lavarropas automático	689	GWh	59	75.00%	44
Lavarropas semiautomático	6	GWh	0	75.00%	0
Tv LED / LCD	1037	GWh	89	50.00%	45
Tv tubo	280	GWh	24	20.00%	5
Computadora de Escritorio	1221	GWh	105	80.00%	84
Plancha	414	GWh	36	80.00%	29
Bomba de pozo / cisterna	69	GWh	6	31.00%	2
			320	65.3%	209

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A35 – Consumo Medio Hogares Nivel Medio (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Lavarropas automático	123	159	145	373	253	221	244	252	177
Lavarropas semiautomático	11	15	12	33	22	20	23	23	15
Tv LED / LCD	119	170	166	363	246	237	288	251	239
Tv tubo	151	220	191	460	312	306	377	338	252
Computadora de Escritorio	377	510	529	1148	779	710	819	649	769
Plancha	72	117	110	220	149	162	217	171	170
Bomba de pozo / cisterna	122	166	160	371	251	231	268	214	219

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A36 – Energía final y Energía Útil – Otros Usos – Ingresos Medios

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Lavarropas automático	410	GWh	35	75.00%	26
Lavarropas semiautomático	8	GWh	1	75.00%	0
Tv LED / LCD	549	GWh	47	50.00%	24
Tv tubo	279	GWh	24	20.00%	5
Computadora de Escritorio	600	GWh	52	80.00%	41
Plancha	240	GWh	21	80.00%	17
Bomba de pozo / cisterna	56	GWh	5	31.00%	1
			184	62.3%	115

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A37 – Consumo Medio Hogares Nivel Bajo (kwh)

ARTEFACTO	BUE	CEN	COM	CUY	AMBA	LIT	NEA	NOA	PAT
Lavarropas automático	123	159	132	332	253	221	153	252	229
Lavarropas semiautomático	11	14	11	29	22	20	14	23	18
Tv LED / LCD	110	157	141	322	246	218	153	251	270
Tv tubo	149	205	175	409	312	285	206	338	326
Computadora de Escritorio	291	451	395	1021	779	627	395	649	658
Plancha	67	101	78	195	149	140	104	171	135
Bomba de pozo / cisterna	96	147	128	329	251	204	130	214	213

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A38 – Energía final y Energía Útil – Otros Usos – Ingresos Bajos

ARTEFACTO	Energía	Unidades	Consumo	Eficiencia	Energía
			kTep		Util (kTep)
Lavarropas automático	785	GWh	68	75.00%	51
Lavarropas semiautomático	32	GWh	3	75.00%	2
Tv LED / LCD	1043	GWh	90	50.00%	45
Tv tubo	876	GWh	75	20.00%	15
Computadora de Escritorio	872	GWh	75	80.00%	60
Plancha	482	GWh	41	80.00%	33
Bomba de pozo / cisterna	135	GWh	12	31.00%	4
			363	57.6%	209

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A39 – Energía final y Energía Útil – Otros Usos – Hogares Rurales

ARTEFACTO	Consumo Medio			Disperso	ENERGIA	Consumo	Eficiencia	Energía
	Alto	Medio	Bajo			kTep		Util (kTep)
Lavarropas automático	226	219	217		EE	16	75.00%	12
Lavarropas semiautomático	20	20	19		EE	0.0	75.00%	0
Tv LED / LCD	241	226	212		EE	11.0	50.00%	5
Tv tubo	299	288	278		EE	0.6	20.00%	0
Computadora de Escritorio	780	689	610		EE	1.3	80.00%	1
Plancha	161	145	131		EE	12.6	80.00%	10
Bomba de pozo / cisterna	246	235	224		EE	0.1	31.00%	0
						41	69.2%	29
Hogares en Establecimientos	11445	91709	123986	1334216				

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de información consultadas

- 1 - CAF. Manual para la Evaluación de Proyectos de Eficiencia Energética en el Sector de Pulpa y Papel
- 2 - Citado en CELAG. Centro estratégico latinoamericano de geopolítica. <https://www.celag.org/>
- 3 - FAO Protección contra heladas. (2010)
- 4 - https://www.oecd-ilibrary.org/governance/panorama-de-las-administraciones-publicas-america-latina-y-el-caribe-2020_1256b68d-es
- 5 - Manual para la Evaluación de Inversiones en Eficiencia Energética en el Sector de Hoteles y Hospitales para Instituciones Financieras. CAF
- 6 - Manufacturing Energy and Carbon Footprint: Transportation Equipment (NAICS 336)
- 7 - Uso de agua y energía para riego. Alfaro/PNUD
- 8 - BEU Paraguay
- 9 - BEU Brasil
- 10 - Datos Abiertos de Turismo - Padrón único Nacional de Alojamiento (yvera.gob.ar)
- 11 - <http://www.adefa.org.ar/es/estadisticas-anuarios>
- 12 - <http://www.afac.org.ar/#>
- 13 - www.produccion-animal.com.ar. Sitio Argentino de Producción Animal. Industria Frigorífica
- 14 - Cámara de la Construcción. Infraestructura Escolar 2024-2033. Julio 2023
- 15 - Fundación Bariloche. Eficiencia Energética en Argentina. Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2021.
- 16 - Gil, Salvador et al. Consumo Claves. ENARGAS. UNSAM. 2020
- 17 - <https://www.aysa.com.ar/Que-Hacemos/Agua-potable>
- 18 - www.aluar.com
- 19 - Ferreres, Orlando. Dos siglos de Economía Argentina. Fundación Norte y Sur. (2005)
- 20 - Gutierrez, R et al. Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo de una empresa de tableros contrachapados. 2019
- 21 - Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing
- 22 - <https://iluminica.com/la-eficiencia-luminosa-y-los-sistemas-led/>
- 23 - Sailer, Maximilian. Análisis tecnológico y uso de energías renovables en el sector vitivinícola.
- 24 - Sanchez, A. ? Gallostra, J. Caracterización de Consumos Energéticos y Suministros en Hospitales. 2022
- 25 - Stocke, Furfaro, Gil y otros. Auditoría Energética en una cervecería.
- 26 - agro.misiones.gob.ar
- 27 - Balance Energético Nacional 2007. Metodología. Secretaria de Energía.
- 28 - Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, 2022
- 29 - EECA. Energy Efficiency and Conservation Authority. New Zeland Government.
- 30 - <https://contenidosweb.prefectura naval.gob.ar/frontera/?page=listarPuertos>
- 31 - https://datos.gob.ar/dataset/produccion_dd219131-47eb-431d-81e7-ab475914337d/archivo/produccion_19375a1a-68fa-48f6-9b81-de1d29d51ced
- 32 - <https://datos.produccion.gob.ar/dataset/distribucion-geografica-de-los-establecimientos-productivos/archivo/bda5ad25-e49d-41b6-80e2-271ab1f25bac>
- 33 - <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/plan-nacional>
- 34 - <https://www.argentina.gob.ar/armada/despliegue-naval>
- 35 - <https://www.argentina.gob.ar/defensa/datos-estadisticos-fuerzas-armadas>
- 36 - <https://www.argentina.gob.ar/economia/planificacion-del-desarrollo-y-la-competitividad-federal/informes-productivos/informes-1>
- 37 - <https://www.argentina.gob.ar/fuerzaaerea/comando-de-adiestramiento-y-alistamiento>
- 38 - https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/fichas-sectoriales_automotriz-y-autopartes_julio_2021.pdf
- 39 - https://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/boletines_estadisticos2.php
- 40 - https://www.eana.com.ar/sites/default/files/2020-05/Informe Mensual Enero 2019 V Resumen._0.pdf
- 41 - <https://www.enargas.gob.ar/secciones/gas-natural-comprimido/estadisticas.php>
- 42 - Plan Estratégico de Energía (2011) Proyecto CE 0030/EN Secretaria de Energía
- 43 - Plan Estratégico Forestal y Foresto Industrial 2030.

44 - Programa Nacional Mas Escuelas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Informe Preliminar de Cuantificación de la Inversión en Recursos Físicos para Educación.

45 - Proyecto LEAP ARG EK-GIZ. (2023) Secretaría de Energía. Euroclima. GIZ.

46 - Sistema SESCO
<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-tablas-dinamicas>, tabla Ventas al Mercado

47 - www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_tabaco_1.pdf

48 - www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_sectorial/

49 - <https://cammesaweb.cammesa.com/informes-y-estadisticas/>

50 - <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-sector-publico/> plan-de alumbrado-eficiente-plae

51 - Censo Nacional Agropecuario 2018 Resultados Definitivos

52 - <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-4-45>

53 - <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>

54 - <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>

55 - <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-1-36>

56 - INDEC - Encuesta de Sostenibilidad Ambiental en establecimientos hoteleros y Parahoteleros 2017/18 Publicación 2023

57 - INDEC. cuadros_tasas_indicadores_eph_06_22. Cuadro 3.2

58 - www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-6-18

59 - Alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica en tambos. (2016) INTA/UTN

60 - Cerámicos. Materiales y Materias Primas. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

61 - Chartered Institution of Building Service Engineers (CIBSE) Guide F (2012) Energy Efficiency in Buildings.

62 - Consumo de chips en secaderos de yerba mate y te. (2020) Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. Misiones

63 - Eficiencia energética en la producción de hierro y acero. ABB. Citado en www.energyefficiencymovement.com

64 - ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the U.S. Iron and Steel Industry, An ENERGY STAR(R) Guide for Energy and Plant Managers, octubre de 2010, capítulo 4 Energy use, página 15; (PDF) Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the U.S. Iron and Steel Industry An ENERGY STAR(R) Guide for Energy and Plant Managers (researchgate.net)"

65 - Estimación para el consumo potencial de gasoil para tareas agrícolas. (2009) Donato/Ingeniería rural/INTA

66 - <https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos>

67 - <https://www.unioviado.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/> La Metalurgia de Aluminio (web).pdf

68 - 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

69 - Normas IRAM 62405 y 62409 Etiquetado de motores eléctricos monofásicos y trifásicos.

70 - bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/docin/docin_picna_01 y Susana Kidyba, Luis Suarez 2017 UBA - Programa investigación cuentas nacionales

71 - agro.uba.ar/heladas/distribucion.htm

72 - Alternativas energéticas en granjas de engorde de pollos. (2013) Universidad de Lleida

73 - Balance de Energía en Cultivos Hortícolas. (2010) Facultad de Ciencias Agrarias. Rosario

74 - Estimación de ahorro energético en estufas de curado de tabaco. (2013) Altobelli/Universidad de Salta

75 - Kralj, Maria. ""Energía en Escuelas: Consumos y Potenciales Ahorros"". Tesis de Maestría CEARE 2018"

76 - Sanchez, Jorge - Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial (C3T) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

77 - Steel Times International, marzo 2021, Driving energy efficiency and sustainability, página 27, <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107992A1022&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>)

Secretaría de Energía - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - (2024)



**Secretaría
de Energía**
Ministerio de Economía

**Subsecretaría de Transición y
Planeamiento Energético**