



Asistencia Técnica para la Modernización de los Servicios Públicos en Uruguay

OPP-BM 4598-UR-PNUD-URU/01/010

“Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional”

INFORME DEL SECTOR INDUSTRIAL

Informe Final

Tomo I

**Fundación Bariloche (FB) (Argentina)
Programa de Estudios e Investigaciones en Energía
(PRIEN) (Chile)**

Montevideo, Mayo de 2009

EQUIPO DE TRABAJO

Por Fundación Bariloche:

Bravo, Gonzalo
Bravo, Víctor
Di Sbroiavacca, Nicolás
Groisman, Fernando
Kozulj, Roberto
Landaveri, Raúl (Director del proyecto)
Nadal, Gustavo
Pistonesi, Héctor
Vargas, Rodrigo

Por el Programa de Estudios e Investigaciones en Energía:

Córdova, Carlos
Domenech, Francisco
Esperguel, Eduardo
Flores, Carlos
Lopez, Gonzalo
Maldonado, Pedro (Coordinador PRIEN)
Morales, Franco
Muñoz, Alfredo
Neuenschwander, Esteban
Román, Roberto
Salinas, Álvaro
Silva, Iris

Por Research Uruguay:

Díaz, Adriana
Forrisi, Diego
Gómez, Gabriel
Héctor Núñez Caviglia (Técnico responsable)
Martínez, Graciela
Pastor, Juan

Por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear:

Galione, Pedro
Gaudioso, Rossana
Mattos, Cristina (Coordinadora DNETN)
Mena, Carolina
Reyes, Alejandra

Índice

1. Aspectos Metodológicos	1
2. Diseño de la Muestra	4
3. Relevamiento de la Información.....	9
4. Expansión de los Resultados y Ajuste al BEN.....	13
4.1. Expansión de los Resultados	13
4.2. Ajuste al Balance Energético Nacional.....	14
5. Caracterización del Consumo de Energía Total del Sector Industrial.....	17
5.1. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos	17
5.2. Consumo de Energía Neta por Subsector y Fuente	26
5.3. Consumo de Energía Neta por Subsector y Usos	35
5.4. Consumo de Residuos de Biomasa por Subsector y Tipo de Residuo.....	43
5.5. Consumo de Energía Neta por Subsector y Estrato de Tamaño	46
5.6. Consumo de Energía Neta por Fuente, Uso, Tipo de Equipo y Antigüedad	59
5.6.1. Consumo de Energía Neta por Usos según Antigüedad de Equipos.....	59
5.6.2. Consumo de Energía Neta en los principales usos, por tipo de equipo según su Antigüedad	62
5.6.3. Consumo de Energía Neta por Subsector, según Antigüedad de Equipos	73
5.7. Consumo No Energético por Subsector y Tipo	75
5.8. Autoproducción de Electricidad.....	76
5.8.1. Introducción.....	76
5.8.2. Autoproducción con Equipos de Respaldo Eléctrico.....	77
5.8.3. Autoproducción con Equipos de Cogeneración	80
5.9. Potencial de Ahorro Energético.....	83
5.9.1. Bases para el Cálculo de los Potenciales de Ahorro	83
5.9.2. Estimación de los Potenciales de Ahorro de Energía Neta por Fuente y Uso	86
5.9.3. Estimación de los Potenciales de Ahorro de Energía Neta por Subsector y Uso	89
5.9.4. Análisis Cualitativo de la situación del Uso Racional de la Energía	92
5.10. Mercado Disputable para los Procesos de Sustitución.....	108
5.10.1. Aspectos Metodológicos de los Procesos de Sustitución	108
5.10.2. Ponderación de Objetivos	109
5.10.3. Mercado Potencial para la Penetración del Gas Natural	111
6. Consumo de Energía Neta y Útil por Subsector Industrial.....	114
6.1. Frigoríficos	114
6.2. Industria Láctea	123
6.3. Molinos	132
6.4. Otras Industrias Alimenticias.....	141
6.5. Bebidas y Tabaco	151
6.6. Textil.....	160
6.7. Cuero.....	169
6.8. Madera	178
6.9. Papel	187
6.10. Química (excepto petróleo)	196
6.11. Caucho y Plásticos	206
6.12. Vidrio	215
6.13. Cerámica	224
6.14. Cemento	233
6.15. Metálicas Básicas	242

6.16	Maquinaria y Equipos	251
6.17	Otras Industrias Manufactureras	260
7.	Metodología de Actualización	269
7.1.	Nueva Expansión de los Resultados de la Muestra	269
7.2.	Ajuste al Balance Energético Nacional.....	270

1. Aspectos Metodológicos

Para el estudio de los consumos de energía del sector Industrial de la República Oriental del Uruguay se clasificó el universo de establecimientos industriales según el tipo de actividad desarrollada. Se establecieron los siguientes subsectores o ramas industriales:

1. Frigoríficos
2. Industria láctea
3. Molinos
4. Otras industrias alimenticias
5. Bebidas y tabaco
6. Textil
7. Cuero
8. Papel
9. Madera
10. Química (excepto petróleo)
11. Cerámica
12. Vidrio
13. Caucho y plástico
14. Cemento
15. Metálicas básicas
16. Maquinaria y equipos
17. Otras manufacturas

Dicha clasificación se realizó teniendo en cuenta la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), Revisión 3. Los centros de transformación de energía no son considerados en el sector industrial; tal es el caso de la Refinería de ANCAP y de las centrales generadoras de electricidad.

Posteriormente se estratificó cada subsector según el tamaño del establecimiento, usando como variable de tamaño el consumo anual de electricidad. Los estratos que se definieron son: Muy Grande, Grande, Mediano y Pequeño. Quedan configurados así 68 módulos homogéneos.

La caracterización del consumo de energía del sector Industrial, con la finalidad de utilizar modelos analíticos de prospectiva de los requerimientos energéticos y el diseño de políticas, implica para cada módulo homogéneo:

- conocer qué fuentes energéticas se utilizan y en qué cantidad;
- identificar a qué finalidad se destina cada fuente, o sea los usos finales de la energía;
- conocer la eficiencia de utilización de cada fuente en cada uso; y,
- conocer la relación entre el consumo de energía y la variable a utilizar para la expansión de las muestras (personal ocupado, consumo eléctrico u otra variable).

Para obtener los consumos de energía neta y la energía útil por fuentes y usos, se recurrió a la realización de encuestas, ya que dicha información no se registra estadísticamente. Para ello se relevaron, básicamente, los consumos anuales de cada una de las fuentes energéticas y la dotación de la totalidad de equipos consumidores de energía que utiliza la unidad encuestada. De cada equipo se releva, entre otros datos, su capacidad de producción, potencia, tipo de tecnología (por ejemplo, en el caso de autogeneración), combustible o combustibles utilizados, eficiencia, factor de carga, consumos específicos (en

hornos o sistemas de transporte interno, por ejemplo) y las horas anuales de utilización; lo que permite luego asignar los consumos de las fuentes a cada equipo, y por lo tanto, obtener los consumos por usos. Luego, con el consumo de energía de cada equipo y con su eficiencia, informada en algunos casos en la encuesta o estimada, se obtiene la energía útil de cada equipo.

Para el sector Industrial la unidad sobre la cual se capta la información es el *establecimiento*, entendiendo como tal a: *la unidad económica que bajo una sola dirección o control combina recursos con la finalidad de producir bienes y servicios lo más homogéneos posibles. Las instalaciones del establecimiento están integradas en una única localización y debe disponer de registros separados de su actividad o producción.*

Las principales fuentes energéticas consumidas en los establecimientos industriales de la República Oriental del Uruguay son las siguientes:

1. GN: Gas Natural
2. LE: Leña
3. RB: Residuos de Biomasa
4. CM: Carbón mineral
5. SG: Supergás
6. GP: Gas Propano
7. NF: Nafta
8. KE: Queroseno
9. DO: Diesel Oil
10. GO: Gas Oil
11. FO: Fuel Oil
12. RP: Carbón Residual Petróleo
13. CQ: Coque
14. EE: Electricidad

En las encuestas se detectaron distintos tipos de Fuel Oil (Fuel Oil Calefacción, Fuel Oil Pesado y Fuel Oil Intermedio) y de Residuos de Biomasa (Serrines, Licor negro, Paja de cereales, Cáscara de girasol, Bagazo, Cáscara de arroz, etc.).

Se consideraron las siguientes categorías de usos en el sector industrial:

1. Iluminación
2. Generación de Vapor
3. Cogeneración de Vapor
4. Otras Calderas
5. Calor Directo
6. Fuerza Motriz
7. Frío de Proceso
8. Transporte Interno
9. Electroquímico
10. Usos No Productivos
11. Usos No Energéticos

Iluminación: luz artificial que permite prolongar el horario de las actividades humanas durante la noche y servir de complemento a la luz natural durante el día, cuando ésta no es suficiente, por cuestiones climáticas o constructivas de los edificios.

Generación de Vapor: equipo destinado a producir vapor mediante calentamiento de agua con una fuente de calor a través de un intercambiador de calor. El vapor es destinado a transferir calor a procesos de producción.

Cogeneración de Vapor: en este caso el vapor de proceso es generado simultáneamente a otro tipo de energía de utilidad en procesos industriales, que puede ser electricidad o fuerza motriz. Esto es posible, por ejemplo, con turbinas de vapor a contrapresión, abastecidas de vapor desde una caldera de vapor sobrecalentado, la turbina genera simultáneamente fuerza motriz en su eje o electricidad y vapor de proceso: esto es cogeneración. Para efectos de este estudio en el sector industrial, la fracción del consumo neto asociado a la Cogeneración de Electricidad no se contabiliza como consumo industrial, sino como insumo para Centro de Transformación; sólo se contabiliza en el sector industrial, la fracción del consumo neto destinado a la Cogeneración de Vapor.

Otras calderas: calderas destinadas a producir agua caliente u otro fluido caliente, como aceite térmico, usando una fuente de calor. Estos fluidos calientes también aportan calor a procesos.

Calor Directo: equipo de distintas formas geométricas revestido, generalmente, de material refractario destinado a calentar materiales, a alta o media temperatura, para provocar transformaciones físicas o químicas o, incluso, el simple calentamiento sin transformación. .

Fuerza Motriz: equipos que transforman la energía eléctrica o térmica en energía mecánica. Normalmente motores eléctricos de inducción, motores de combustión interna o turbinas de vapor o de gas incorporados en equipos tales como: molinos, envasadoras, correas transportadoras, bombas, compresores de aire o motores de uso general.

Frío de Proceso: equipo, normalmente incluye compresores de refrigeración, que utiliza la energía para la producción de frío destinado básicamente a prolongar el período durante el cual los productos agroindustriales se mantienen sin sufrir descomposición.

Transporte Interno: se refiere al movimiento de personas o cargas por medio de diferentes tipos de vehículo en el interior del establecimiento. Se refiere a autoelevadores, montacargas, tractores, carros, etc.

Electroquímico: utilización de la energía eléctrica para actividades de la química industrial, excluidas las aplicaciones térmicas. Entre otros: electrolisis, anodizado, galvanizado, etc.

Usos no Productivos: empleo de la energía en usos tales como: la cocción de alimentos, el calentamiento de agua sanitaria y la calefacción de ambientes.

Usos No Energéticos: empleo de derivados del petróleo para fines tales como: la limpieza de equipos, la lubricación de los mismos, solventes, etc.

Además, la información a relevar incluye la autoproducción de Electricidad y el correspondiente consumo de combustibles o fuentes utilizadas para la generación de electricidad. La Electricidad autoproducida se suma a la comprada de la red pública, y luego es asignada a los diferentes usos dentro del establecimiento. Pero el consumo de combustibles o de renovables no se computa como uso final industrial, ya que constituye un consumo intermedio. Según la metodología de los balances energéticos, dichos consumos intermedios se contabilizan como insumos de un Centro de Transformación denominado Centrales Eléctricas de Autoproducción en la parte de la oferta o abastecimiento energético.

2. Diseño de la Muestra

Para el diseño muestral en las actividades manufactureras, hubiese sido deseable contar con información del Valor Agregado, Valor Bruto de Producción referida al universo, para definir los estratos de tamaño, clasificada de acuerdo con el código CIIU Rev. 3 (ramas), de modo que pudiera estratificarse por las ramas de actividad contempladas en la propuesta y por tamaño de los establecimientos.

Sin embargo, ante la no disponibilidad de dicha información, para la estratificación de la muestra por tamaño debió recurrirse al padrón de UTE, considerando como indicador de tamaño de un establecimiento industrial sus consumos eléctricos del año 2005 registrados en UTE, clasificados de acuerdo a la Clasificación Nacional de las Actividades Económicas (CNAE) de la propia UTE, que es una adaptación del CIIU Rev. 2. En el Anexo 3 se presentan las actividades que integran cada subsector.

En el caso de algunas de las actividades manufactureras, los consumos calóricos son muy significativos y el consumo de Electricidad no es el mejor indicador del consumo energético total. En el consumo energético total del sector industrial, si se toma en cuenta únicamente a los principales combustibles (Fuel Oil, Leña y Gas Natural y Residuos de Biomasa), la participación de los mismos en el consumo energético total de la industria representa el 62%; en cambio la porción del consumo eléctrico es de alrededor del 30% de ese mismo total¹. Sin embargo, en general, las grandes empresas, las que concentran la mayor parte del consumo energético del sector industrial, también suelen tener un consumo eléctrico significativo. Por este motivo, en el diseño muestral, se aseguró la inclusión de los establecimientos de mayor tamaño dentro de las encuestas a realizar, incluyendo tanto los grandes consumidores de electricidad como de combustibles (incluso la Leña).

Subuniversos considerados

Atendiendo a los criterios establecidos en la propuesta y teniendo en cuenta la mencionada clasificación, en el sector industrial se consideraron los subuniversos o subsectores que se indican en el Cuadro 2.1, incluyendo la distinción de tamaños.

Para estratificar los establecimientos por tamaño se consideró el consumo de energía eléctrica anual de UTE:

- Establecimientos Muy Grandes (MG): Consumo anual de electricidad mayor o igual a 3 GWh.²
- Establecimientos Grandes (G): Consumo anual de electricidad menor a 3 GWh y mayor o igual a 200 MWh.
- Establecimientos Medianos (M): Consumo anual de electricidad menor a 200 MWh y mayor o igual a 30 MWh.
- Establecimientos Pequeños (P): Consumo anual de electricidad menor a 30 MWh.

¹ Fuente: Balance Energético 2005, DNETN

² Luego, a partir de información sobre los principales establecimientos consumidores de combustibles y principalmente del resultado de la encuesta, se incorporaron también al estrato Muy Grandes aquellos que consumían más de 750 Tep/año de combustibles.

Cuadro 2.1
Subuniversos considerados en la Industria

Subuniversos	Muy Grandes	Grandes	Medianas	Pequeñas	Total
Frigoríficos	15	48	56	88	207
Lácteos	6	28	61	148	243
Molinos	7	29	43	75	154
Otras Industrias Alimenticias	5	64	484	2.042	2.595
Bebidas y Tabaco	6	23	69	292	390
Textiles	12	57	121	512	702
Cuero	1	4	19	136	160
Madera	2	10	56	1.284	1.352
Papel	3	15	71	424	513
Química (excepto petróleo)	6	51	99	198	354
Caucho y Plástico	2	41	72	153	268
Vidrio	0	2	8	31	41
Cerámica	1	2	8	39	50
Cemento	6	5	9	42	62
Metálicas Básicas	4	5	22	276	307
Maquinaria y Equipos	3	29	106	1.443	1.581
Otras Industrias Manufactureras	1	7	54	265	327
Total	80	420	1.358	7.448	9.306

Fuente: Elaborado sobre la base del padrón de la UTE.

La distribución de los consumos eléctricos por subsector y por tamaño se muestra en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2
Distribución de los Consumos Eléctricos entre los Subuniversos y estratos de tamaño de los establecimientos en la industria
Año 2005 (%)

Subuniversos	Muy Grandes	Grandes	Medianas	Pequeñas	Total
Frigoríficos	77,2	20,3	2,2	0,4	15,5
Lácteos	66,6	27,5	4,2	1,7	7,2
Molinos	52,9	40,4	5,7	1,0	5,0
Otras Industrias Alimenticias	27,8	35,7	21,7	14,8	10,7
Bebidas y Tabaco	66,3	25,7	5,3	2,7	7,0
Textiles	56,0	33,2	7,6	3,2	9,5
Cuero	62,7	22,1	9,4	5,9	1,1
Madera	30,7	34,9	12,5	21,9	2,1
Papel	80,3	13,3	4,2	2,2	9,3
Química	66,3	25,9	6,4	1,4	9,9
Caucho y Plástico	24,8	60,6	11,8	2,8	3,8
Vidrio	0,0	67,7	26,2	6,1	0,2
Cerámica	85,2	8,8	4,0	2,0	1,2
Cemento	96,9	2,0	0,7	0,3	6,9
Metálicas Básicas	91,4	4,2	2,1	2,3	5,1
Maquinaria y Equipos	35,6	39,6	12,7	12,1	4,3
Otras Industrias Manufactureras	36,5	24,2	27,0	12,3	1,2
Total	63,0	25,6	7,3	4,1	100,0

Fuente: elaborado sobre la base del padrón de UTE.

Según puede observarse, en general, las ramas más electrointensivas tienden a coincidir con aquellas de carácter más energointensivas. Además de las industrias alimenticias (38,3% del total del consumo eléctrico), que tienen fuerte presencia en la estructura industrial uruguaya, se destacan las industrias Química, Papel, Cemento y Metálicas Básicas (31,2% del total del consumo eléctrico).

Por otra parte es muy importante señalar que los 80 establecimientos Muy Grandes concentran el 63% del consumo eléctrico y, si se consideran los 500 establecimientos de mayor tamaño, se alcanza casi un 89% del total del consumo eléctrico. Si se tomara en cuenta el consumo energético total es muy probable que ese porcentaje siga siendo una porción importante del consumo energético de la industria.

La menor concentración de los consumos eléctricos ocurre en las ramas de Otras Industrias Alimenticias, Madera, Maquinaria y Equipo y Otras Industrias Manufactureras. Pero, excepto la primera, estas ramas tienen escasa significación dentro del consumo eléctrico total de la industria (7,6%).

Determinación del tamaño de las muestras

En función de las observaciones precedentes, se decidió la inclusión forzosa en las muestras de los establecimientos Muy Grandes. Con ello se pretendió aumentar el grado de precisión de las estimaciones, al cubrir una porción muy significativa del consumo energético total.

Para el resto de los subuniversos detallados en el Cuadro 2.1 se adoptó un esquema de muestreo aleatorio estratificado, considerando únicamente la estratificación por tamaño.

Aunque se realizó el análisis de considerar, además de la partición los subuniversos por ramas y tamaños, su estratificación espacial (Montevideo y resto del país), no se eligió esa opción debido a dos razones:

- i) La precisión resultante de las estimaciones resulta significativamente menor (errores de entre 8 y 13% para alcanzar tamaños de muestra compatibles con el presupuesto del proyecto).
- ii) La dificultad insalvable de no contar luego con la información requerida para realizar la expansión de las muestras, que debería ser diferente del consumo eléctrico. Se plantea que dicha expansión se realice en base al Valor Bruto de Producción o, eventualmente, personal ocupado, que tendría que responder a esa partición espacial.

De acuerdo con lo expresado previamente se utilizó un esquema de muestreo estratificado. De manera acorde con dicho enfoque, la determinación del tamaño muestral (n) se realizó en sobre la base de la expresión (1) siguiente:

$$(1) \quad n = (\sum_h W_h S_h)^2 / [(d^2/t^2) + (\sum_h W_h S_h^2 / N)]$$

Donde:

$$W_h = N_h / N$$

y

N: Tamaño del sub-universo
 N_h: Tamaño de estrato h en el sub-universo
 S_h²: la varianza poblacional del estrato h
 S_h: el desvío estándar poblacional del estrato h
 d: es el grado de precisión de la estimación
 t: la abscisa de la distribución normal correspondiente a una probabilidad de 0,975

De modo tal que, como se establece en los TdeR del Proyecto, resultara que:

$$(2) \quad P (| \bar{x}_{St} - \bar{X} | < d) = 0,95$$

Donde:

$$\bar{x}_{St} = \sum_h W_h \bar{x}_h; \quad \bar{x}_h = (1/n_h) \sum_h x_{hi}; \quad \bar{X} = (1/N) \sum_{ih} x_{hi}$$

Son respectivamente

\bar{x}_{St} : Media estratificada (estimador insesgado de la media poblacional del sub-universo)

\bar{x}_h : Media muestral del estrato h del sub-universo

\bar{X} : Media poblacional

n_h: Tamaño de la muestra en el estrato h del sub-universo

La expresión (1) presupone que la asignación del tamaño de la muestra a cada estrato sea realizada de manera óptima. Es decir, tomando en cuenta el grado relativo de la diversidad en cada estrato. Esto es, utilizando la expresión (3) siguiente

$$(3) \quad n_h = n (W_h S_h / \sum_h W_h S_h)$$

Debe remarcarse que los tamaños totales de las muestras en cada subuniverso (subsector) se establecieron sobre la base de una confiabilidad del 95%, tal como se exigía en los Términos de Referencia del Proyecto, y admitiendo un error del 2%.

Sin embargo, para ese nivel de error, el tamaño de las muestras n_h correspondiente a los estratos de establecimientos Muy Grandes superaba en casi todas las ramas al total poblacional (n_{MG} > N_{MG}). Esto sucedió también con los estratos de establecimientos Grandes en algunas ramas. Al mismo tiempo, y siempre considerando la asignación óptima, el tamaño total de la muestra para todo el universo resultante era n = 444.

En función de ello y tomando en cuenta la distribución de los consumos eléctricos sobre el universo consignada en el Cuadro 2.1, se consideró una asignación modificada, que implica:

1. La inclusión forzosa de todos los establecimientos Muy Grandes, en cuya clasificación se incluyó 8 adicionales que tenían consumos eléctricos algo inferiores a 3 GWh/año pero un alto consumo de combustibles.³

³ La inclusión de estos 8 establecimientos en el estrato MG se hizo con anterioridad a la decisión de incluir en el estrato MG a los establecimientos con consumo anual de combustible superior a 750 Tep.

2. Asignar una cantidad de 36 encuestas adicionales a la asignación óptima para los establecimientos Medianos y Pequeños.

Esta asignación adicional se realizó teniendo en cuenta el presupuesto para la ejecución de las encuestas consignado en la propuesta.

De este modo, resultó la distribución del tamaño total de la muestra ampliada ($n = 480$) que se detalla en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3
Distribución del tamaño total de la muestra en la Industria

Subsector	MG	G	M	P	Total
Frigoríficos	15	8	1	0	24
Lácteos	7	14	1	0	22
Molinos	11	21	1	0	33
Otras Industrias Alimenticias	6	50	15	14	85
Bebidas y Tabaco	6	14	5	3	28
Textiles	13	29	11	5	58
Cuero	1	4	1	1	7
Madera	2	10	5	18	35
Papel	3	4	4	2	13
Química	7	9	7	2	25
Caucho y Plástico	2	28	7	2	39
Vidrio	0	2	4	0	6
Cerámica	1	2	1	1	5
Cemento	6	3	0	0	9
Metálicas Básicas	4	3	0	0	7
Maquinaria y Equipos	3	17	9	11	40
Otras Industrias Manufactureras	1	7	19	17	44
Total	88	225	91	76	480

Fuente: elaboración propia.

3. Relevamiento de la Información

En este punto se resumen los principales aspectos del desarrollo y resultados operativos del trabajo de campo; del procesamiento de los datos relevados; los resultados de la validación o cierre de las encuestas relevadas; y, el error resultante con las encuestas finalmente aceptadas para la obtención de los resultados del estudio.

- a) El equipo de trabajo de campo para Industrias incluyó: un responsable técnico, responsables y supervisores de campo, un crítico, un digitador y un grupo de encuestadores.
- b) La empresa responsable de la ejecución del trabajo de campo cumplió las siguientes funciones:
 - Selección y contratación del personal de campo y de oficina.
 - Coordinación y dirección del trabajo de campo.
 - Realización de la prueba piloto e informe para evaluar la necesidad de realizar o no ajustes a los cuestionarios.
 - Planificación del trabajo de campo.
 - Realización del trabajo de campo.
 - Crítica primaria (revisión del supervisor) y secundaria (revisión del crítico) de la totalidad de los cuestionarios.
 - Realización de re-preguntas para los cuestionarios incompletos.
 - Sustitución de aquellos casos en que la unidad seleccionada originalmente no pudo ser encuestada por diversos motivos.
 - Digitación en los programas de captura de todos los cuestionarios relevados.
- c) El equipo consultor, por su parte, proporcionó los siguientes elementos para la realización del trabajo de campo:
 - Diseño de las muestras.
 - Diseño de los cuestionarios; se elaboró un cuestionario para las Muy Grandes (MG), otro para las Grandes, Medianas y Pequeñas (GMP) y cuestionarios específicos para algunas empresas de proceso (cemento, aluminio y acero),
 - confección del manual del encuestador
 - confección de instrucciones de trabajo para el supervisor, crítico y digitador.
 - Capacitación del plantel de encuestadores y supervisores.
 - Capacitación y asistencia a los supervisores, críticos y digitadores.
 - Diseño y desarrollo de los programas de captura de datos, bases de datos MG y GMP, procesamiento de encuestas (cálculos de consumo, eficiencia, energía útil, potencial de ahorro, etc.), análisis de consistencia (cierre de compras y consumo de los equipos) y obtención de las salidas de resultados. Todo esto separadamente para la encuesta MG y para las encuestas GMP.
- d) El diseño de los cuestionarios MG, de las empresas de proceso y GMP y los respectivos manuales del encuestador fueron consensuados con el equipo de contraparte de la DNETN. Las empresas de proceso (acero, aluminio y cemento), una vez recibidas

dichas encuestas, se traspasaron a los formularios genéricos MG y GMP y se procesaron como tales.

- e) La capacitación de encuestadores y supervisores se realizó en una jornada de aproximadamente 6 horas de duración. La asistencia incluyó personal de la empresa y potenciales encuestadores seleccionados por ésta.
- f) La prueba piloto del cuestionario fue realizada por personal experimentado de la empresa encuestadora a 5 establecimientos seleccionados de la muestra. Como consecuencia de ella, surgieron observaciones al cuestionario cuya corrección fue realizada a fin de facilitar el operativo de campo. Las más importantes fueron: a) explicitar la obligatoriedad de su respuesta, de acuerdo a la Ley 16.616 sobre el Sistema Estadístico Nacional; b) eliminación de la pregunta sobre las ventas o ingresos anuales del establecimiento; y c) ajustes varios en distintas preguntas del cuestionario.
- g) Una vez iniciado el trabajo de campo propiamente dicho, se detectaron algunas situaciones en la información proporcionada por UTE, como ser la no correspondencia del código CNAE con la actividad efectivamente desarrollada en el establecimiento.
- h) A medida que se iba constatando la actividad desarrollada por el establecimiento se reclasificaron los mismos según el código CIU Rev 3.
- i) Durante esta revisión, se descubrió que los CIU Rev. 3 usados en Uruguay, en algunos casos, no correspondían exactamente a los definidos en la United Nations Statistics Division. A efectos del estudio, se respetó la clasificación utilizada en Uruguay.
- j) Otros problemas detectados durante el desarrollo de la encuesta tuvieron que ver con: a) la necesidad de reemplazar establecimientos por distintas razones (no se encontraba en la dirección prevista, se negaba a contestar o devolvía la encuesta casi vacía); b) empresas que compartían empalmes eléctricos; c) la información de los consumos no estaba siempre disponible en forma fácil, especialmente cuando se trata de fuentes que no se transportan por redes; d) había empresas que por su producción podían ser clasificadas en más de un Código CIU Rev. 3; en este caso, el establecimiento se clasificó según la CIU de sus principales productos.
- k) La digitación de la información relevada no presentó inconvenientes por parte de la encuestadora.
- l) Una vez recibidos los cuestionarios, durante el procesamiento se detectaron las siguientes situaciones:
 - En la mayoría de los establecimientos que declaraban Gas Natural no se obtuvo la información de los consumos anuales por parte de los distribuidores: sólo un distribuidor de Gas Natural informó los consumos anuales de 5 establecimientos que abastecía, de un total de 49 establecimientos industriales abastecidos por tres distribuidores de Gas Natural (17 MG y 32 GMP). En tales casos, los consumos anuales de gas natural debieron estimarse en base al dato mensual informado por los industriales y, principalmente, a la estimación del uso y consumo de esta fuente de energía en los equipos involucrados, debido a que el valor mensual no siempre corresponde a un mes promedio representativo del consumo anual.
 - Los consumos de Electricidad de los establecimientos encuestados se solicitaron a UTE y fueron proporcionados en su totalidad. Aunque hubieron problemas marginales: en algunas encuestas habían errores en los datos de compra de electricidad (errores en los dígitos del N° de referencia de cobro, errores en el valor

de consumo activo mensual, básicamente la unidad de consumo de energía, kWh/mes y, similarmente, en el valor de la potencia contratada, respecto a la unidad usada en el cuestionario, kW), la colaboración de UTE permitió hacer las correcciones respectivas de esta información en las encuestas.

- En algunas encuestas se detectó que el encuestado tenía un conocimiento insuficiente en materia de energía (lo que, obviamente, no podía ser resuelto por encuestadores ni el crítico). Entre otros problemas, destacan: a) los errores en las unidades en que se expresaba la capacidad, potencia y el consumo específico (no había correspondencia en los órdenes de magnitud respectivos), b) una confusión entre estas variables o la diferencia conceptual entre ellas, c) muy pocos conocían la eficiencia de sus equipos, algunas encuestas registraban eficiencias de 100% en los usos térmicos, o grupos electrógenos con 60% de eficiencia, d) en muchos casos se desconocían los características técnicas y de operación de los equipos. Estas situaciones se solucionaron durante el proceso de cierre y consistencia por parte del equipo consultor.
 - Se detectaron inconsistencias de información en algunas encuestas, es decir, una gran diferencia entre las compras de las distintas fuentes de energía y los consumos de esa fuente en los equipos declarados. Ellas se explicaban porque no se incluían las listas anexas de equipos mencionadas en la encuesta, porque las empresas habían olvidado declarar algunos equipos, o porque no declaraban la potencia de algunos equipos y en algunos casos se declaraban fuentes de energía compradas sin equipos que las consumieran. Estas situaciones se solucionaron durante el proceso de crítica y cierre de las encuestas llamando a las empresas y pidiendo completar la información faltante, cuando esta información representaba un consumo importante; para consumos menores, como por ejemplo, usos no productivos, transporte interno y autoproducción de electricidad (respaldo eléctrico con grupos electrógenos), se estimaron los consumos asociados con datos de encuestas similares.
- m) El programa requerido para la elaboración de la base de datos y procesamiento de las encuestas consideró una interfaz de digitación Excel, desarrollada a partir del mismo cuestionario Excel (esto hizo que la digitación fuese muy simple), un programa Visual Basic y base de datos Access independientes para las encuestas MG y GMP.
- n) Se realizaron efectivamente un total de 460 encuestas para todo el sector (104 MG y 356 GMP) y de ellas se validaron 456 (104 MG y 352 GMP), es decir, se rechazaron 4 encuestas GMP, 2 porque no se logró cerrar la electricidad y 2 porque no informaron los datos de personal ocupado necesarios para la expansión de los resultados. En el estrato MG, el cambio de 88 encuestas del diseño muestral a 104 encuestas efectivamente realizadas, se debe principalmente a la incorporación en este estrato de las encuestas con consumo anual de combustible superior a 750 Tep. Detalles de los cambios en la cantidad de encuestas efectivamente realizadas respecto del diseño muestral (460 encuestas realizadas v/s 480 encuestas en la muestra) se presentan en documento entregado a la DNETN.
- o) El resultado en cuanto a cantidad de encuestas realizadas y validadas, incluyendo la reclasificación de ramas y subsectores, se presenta en el cuadro 3.1. En el cuadro se indican además los errores resultantes por subsector.

Cuadro 3.1
Encuestas validadas y error resultante

Subsector	MG	G	M	P	Total	Error
Frigoríficos	12	8	1		21	12%
Industria láctea	12	12			24	2%
Molinos	14	16	1		31	2%
Otras Ind. Alimenticias	14	35	18	12	79	6%
Bebidas y tabaco	9	10	7	3	29	2%
Textil	8	20	12	7	47	3%
Cuero	3	7	3	1	14	2%
Madera	5	6	3	10	24	15%
Papel	3	9	3	2	17	2%
Química (excepto Petróleo)	6	15	6	1	28	2%
Caucho y plástico	3	31	6	1	41	2%
Vidrio		3	3		6	2%
Cerámica	2	3	2	1	8	2%
Cemento	5		1		6	5%
Metálicas básicas	5	1		1	7	2%
Maquinaria y equipos	3	17	8	12	40	2%
Otras Ind. Manufactureras		1	15	18	34	8%
Total	104	194	89	69	456	

Fuente: elaboración propia.

Las desviaciones de los errores respecto a los previstos al nivel muestral, especialmente en el caso Frigoríficos y Madera, se debe a que se validaron menos encuestas que la cantidad definida en la muestra y a la reclasificación de encuestas una vez terminado el trabajo de campo. Las fabricas de muebles fueron reclasificadas: porque según el CIIU Rev. 2 pertenecían al Subsector Madera, pero como el CIIU Rev. 3 asociado incluye muebles de todo tipo de material, no sólo de madera, esas encuestas se sacaron del Subsector Madera y se colocaron en el Subsector Otras Industrias Manufactureras; explicándose así la diferencia con la muestra.

En Molinos, el error se mantuvo en 2% a pesar de que se realizaron 2 encuestas menos (31 de 33 en la muestra), debido a que clasificaron más encuestas como MG de las inicialmente contempladas en la muestra.

Todos estos detalles pueden chequearse comparando los Cuadros 2.3 y 3.1. En el total de encuestas del sector, se relevaron 24 encuestas menos que las 480 de la muestra, resultando finalmente 456 encuestas validadas: en los seis subsectores con menos encuestas, se recibieron 46 encuestas menos respecto de la muestra de esos subsectores; pero por otro lado, en los once subsectores restantes se realizaron 22 encuestas más que en la muestra; resultando finalmente 24 encuestas menos en el sector industrial.

4. Expansión de los Resultados y Ajuste al BEN

4.1. Expansión de los Resultados

La variable de expansión deseada de los resultados de la muestra al universo eran el valor agregado o valor bruto de la producción; ante la carencia de esta información por establecimiento, finalmente se optó por considerar como variable de expansión el personal ocupado, aunque en el camino se evaluó la opción de usar el consumo de electricidad como variable de expansión: sólo en algunos subsectores la correlación entre consumo de electricidad y consumo total de energía era un poco mejor respecto de la correlación entre personal ocupado y consumo total de energía; pero no fue posible expandir por consumo de electricidad por problemas de clasificación de las encuestas en la base de datos de UTE, particularmente los problemas ya mencionados en el código CNAE y la estratificación por tamaño. Además, la información de personal ocupado disponible para el universo, no se disponía discriminada por estrato de tamaño, por lo cual los resultados de la muestra GMP se expandieron en forma conjunta para cada subsector, sin distinguir estrato de tamaño.

En el Cuadro 4.1.1 se presentan los valores de esta variable de expansión para cada subsector y la muestra encuestada GMP, y el correspondiente Factor de Expansión (FE_{GMP}). Es de mencionar que los establecimientos Muy Grandes fueron censados. Por lo tanto, el FE_{GMP} de la última columna del cuadro es el que se aplicó a las encuestas de los estratos Grandes, Medianos y Pequeños (GMP); resulta de dividir el valor del personal ocupado del Universo GMP por el personal ocupado de la Muestra respectiva GMP, para cada subsector. El personal ocupado del Universo GMP se obtiene restando al personal ocupado del Universo (total) el personal ocupado del censo MG, para cada subsector.

Cuadro 4.1.1
Personal Ocupado (PO) y Factores de expansión de la muestra GMP

Nº Subsector	Subsector	PO Universo	PO MG	PO Universo GMP	PO Muestra GMP	FE_{GMP}
1	Frigoríficos	13.877	8.039	5.838	626	9,33
2	Industria láctea	5.400	1.938	3.462	756	4,58
3	Molinos	3.549	1.472	2.077	602	3,45
4	Otras Industrias Alimenticias	19.707	4.927	14.780	3.381	4,37
5	Bebidas y tabaco	3.619	1.906	1.713	700	2,45
6	Textil	13.487	1.818	11.669	2.193	5,32
7	Cuero	5.085	1.802	3.283	732	4,48
8	Madera	3.019	1.076	1.943	362	5,37
9	Papel	7.278	1.457	5.821	1.146	5,08
10	Química (excepto petróleo)	7.356	809	6.547	1.649	3,97
11	Caucho y plástico	3.971	786	3.185	1.083	2,94
12	Vidrio	533	---	533	309	1,72
13	Cerámica	1.090	798	292	165	1,77
14	Cemento	835	811	24	20	1,20
15	Metálicas básicas	1.152	832	320	37	8,65
16	Maquinaria y equipos	11.994	502	11.492	2.126	5,41
17	Otras manufactureras	3.071	---	3.071	584	5,47

Fuente: elaborado a partir de información del INE, de UTE y de la información relevada en el encuesta.

El personal ocupado (PO) del Universo del sector Industrial se obtuvo de la Encuesta de Actividad Económica 2005 del INE Uruguay ponderando las cifras por los índices de personal ocupado del INE para extrapolar los datos al 2006.

El personal ocupado de las encuestas MG y la muestra GMP resulta de sumar el personal propio o permanente más el personal subcontratado transitorio, ambos datos informados en

la encuesta, ponderado este último por los meses de zafra divididos por 12, según la rama industrial. Luego, para cada subsector industrial, se suma el PO de todas las ramas que constituyen dicho subsector (las ramas que constituyen cada subsector están en el Anexo X) y se obtiene el PO MG y de la muestra GMP.

En el cuadro siguiente se presentan las ramas en las que se consideró meses de zafra. Este cuadro también fue incorporado en la base de datos GMP para calcular el PO de las ramas y subsectores y así calcular el factor de expansión de cada subsector.

Cuadro 4.1.2
Ramas con meses de Zafra y factor de ajuste del Personal Ocupado Transitorio

Rama	Subsector	Meses Zafra	factor PO_transitorio
1531	Molinos	3	0,250
1534	Molinos	3	0,250
1513	Otras Industrias Alimenticias	5	0,417
1514	Otras Industrias Alimenticias	7	0,583
1542	Otras Industrias Alimenticias	4	0,333
1911	Cuero	6	0,5
3510	Maquinarias y Equipos	6	0,5
3699	Otras Manufactureras	1	0,083

Fuente: Elaboración propia a partir de información declarada en algunas encuestas de estas ramas.

4.2. Ajuste al Balance Energético Nacional

Los Factores de Ajuste al Balance Energético Nacional (BEN) surgen, en líneas generales, como el cociente entre los valores de los consumos de energía por fuente obtenidos del BEN (Consumo Final + Consumo Intermedio en Autoproducción + Consumo No Energético) y los consumos de Energía Neta resultantes de la expansión de las encuestas.

Para algunas fuentes, el Factor de Ajuste al BEN se obtiene para cada sector independientemente; mientras que para otras en forma conjunta a otro sector o para la totalidad de los sectores de consumo.

En Industria, se obtienen los FA como se detalla a continuación:

Gas Natural:

$$FA = \frac{\text{Consumo Centr. Eléctr. Autoproducción} + \text{Consumo CyS} + \text{Consumo Industrial}_{BEN}}{\text{Consumo Autoproducción Industrial} + \text{Consumo CyS} + \text{Consumo Industrial}_{\substack{\text{muestras} \\ \text{expandidas} \\ \text{CyS e Industrial}}}}$$

Leña:

FA = 1 Ya que en el BEN no se dispone de estadística registrada sobre los consumos de esta fuente.

Residuos de Biomasa:

FA = 1 ya que en el BEN no se dispone de estadística registrada sobre los consumos de esta fuente.

Carbón Mineral, Carbón Residual de Petróleo y Coque:

$$FA = \frac{\widehat{\text{Consumo Industrial}}_{BEN}}{\widehat{\text{Consumo Industrial}}_{\substack{\text{muestra} \\ \text{expandida} \\ \text{Industrial}}}}$$

Supergás, Nafta, Queroseno y Gas Oil:

$$FA = \frac{\widehat{\text{Consumo Centr. Eléctr. Autoproducción}} + \widehat{\text{Consumo Final No Energetico}} + \widehat{\text{Consumo Final Energetico}}_{BEN}}{\widehat{\text{Consumo Autoproducción}} + \widehat{\text{Consumo Final No Energetico}} + \widehat{\text{Consumo Final Energetico}}_{\substack{\text{muestras} \\ \text{expandidas} \\ \text{Todos los sectores} \\ \text{y sector Transporte}}}}$$

Gas Propano:

$$FA = \frac{\widehat{\text{Consumo CyS}} + \widehat{\text{Consumo Industrial}}_{BEN}}{\widehat{\text{Consumo CyS}} + \widehat{\text{Consumo Industrial}}_{\substack{\text{muestras} \\ \text{expandidas} \\ \text{CyS e Industrial}}}}$$

Diesel Oil:

$$FA = \frac{\widehat{\text{Consumo Industrial}}_{BEN}}{\widehat{\text{Consumo Industrial}}_{\substack{\text{muestra} \\ \text{expandida} \\ \text{Industrial}}}}$$

Fuel Oil:

$$FA = \frac{\widehat{\text{Consumo Centr. Eléctr. Autoproducción}} + \widehat{\text{Consumo Industrial}}_{BEN}}{\widehat{\text{Consumo Autoproducción Industrial}} + \widehat{\text{Consumo Industrial}} + \widehat{\text{Consumo No Energetico}}_{\substack{\text{muestra} \\ \text{expandida} \\ \text{sector Industrial}}}}$$

Electricidad:

$$FA = \frac{\widehat{\text{Consumo Industrial}}_{BEN}}{\widehat{\text{Consumo Industrial}}_{\substack{\text{muestra} \\ \text{expandida} \\ \text{Industrial}}}}$$

En el Cuadro 4.2 se presentan los Factores de Ajuste a aplicar a cada fuente del sector Industria. Es de mencionar que cuando las fuentes consumidas tienen poca frecuencia de ocurrencia, es normal que los Factores de Ajuste resulten más alejados de la unidad.

Cuadro 4.2
Factores de Ajuste al Balance Energético Sector Industrial
 Año 2006

Fuente	Abreviatura	Factor de Ajuste
Gas Natural	GN	0,900
Leña	LE	1,000
Residuos de Biomasa	RB	1,000
Carbón Mineral	CM	58,095
Supergás y Butano	SG	0,601
Gas Propano	GP	0,862
Nafta	NF	1,022
Queroseno	KE	1,612
Diesel Oil	DO	3,277
Gas Oil	GO	0,921
Fuel Oil	FO	0,818
Carbón Residual de Petróleo	RP	1,036
Coque	CQ	0,670
Electricidad	EE	0,992

Fuente: elaboración propia.

En la mayoría de las fuentes de energía, el factor de ajuste está en torno a la unidad, lo cual valida los resultados de la encuesta, dada la menor importancia relativa de las fuentes que presentan desviaciones mayores respecto de dicho valor. En efecto, en tres casos, el factor de ajuste es mayor a uno, pero la participación de esas fuentes de energía en el consumo de energía neta del sector industrial es mínima, por lo que estos casos especiales de ajuste no invalidan los resultados de la encuesta. En el caso de dos de ellos: el Carbón Mineral, cuyo factor de ajuste es de 58,095 y su participación es 0,2%; y el Diesel Oil, cuyo factor de ajuste es de 3,277 y su participación de 0,038%, la explicación para esos factores de ajuste se encuentra en el hecho que estas fuentes de energía son usadas en pocos establecimientos industriales, varios de los cuales quedaron fuera de la muestra. La tercera fuente con factor de ajuste mayor a uno es el Queroseno, con 1,612; tal fuente de energía se contabiliza en los usos no energéticos, con un consumo de 1,4 kTep, lo cual equivale a un 0,25% del consumo del sector industrial. El valor del factor de ajuste, en este último caso, se explica por el diseño de la encuesta, el que estaba básicamente enfocado a los usos energéticos, lo que podría haberse traducido en consumos de Queroseno informados, en la encuesta, con menos rigor que los consumos energéticos.

5. Caracterización del Consumo de Energía Total del Sector Industrial

Para la totalidad del Sector Industrial se analizará la estructura del consumo energético por Fuentes y Usos, tanto en Energía Neta como en Energía Útil y los Rendimientos de Utilización. También se analizarán los consumos de Energía Neta en los subsectores industriales por Fuente, Usos y estrato de tamaño (MG y GMP). En el análisis de los consumos de Energía Neta se incluye la antigüedad de los equipos y el potencial de ahorro de Energía Neta.

Al final de esta sección se trata la autoproducción de electricidad en el Sector Industrial, incluyendo la Cogeneración de electricidad y resultados cualitativos de los procesos de sustitución de las Fuentes de Energía.

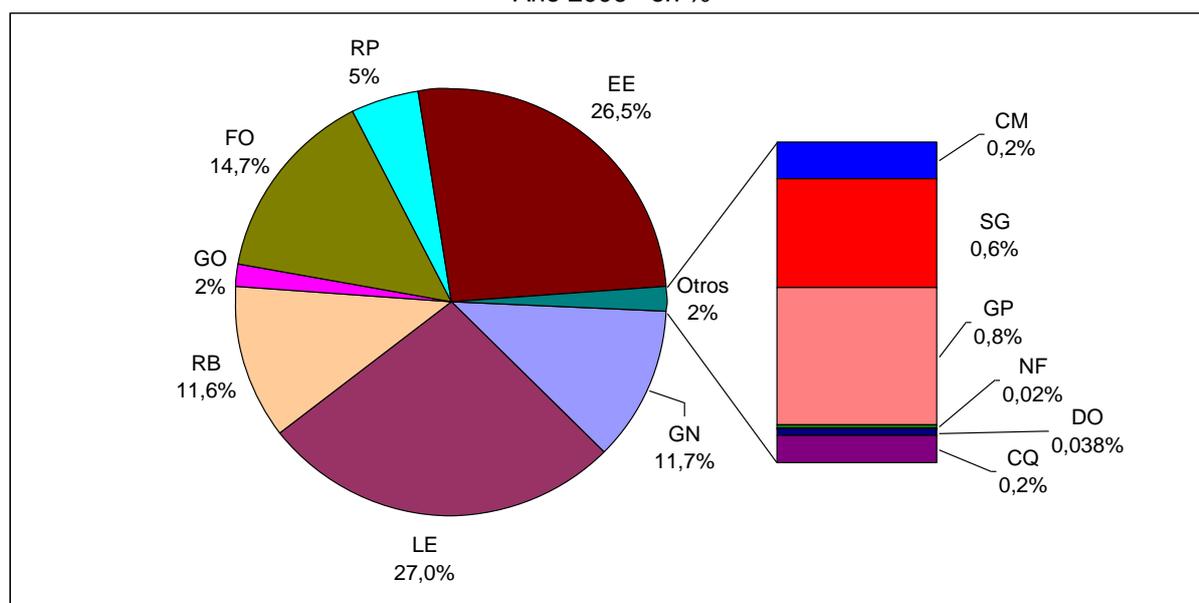
En el Anexo 1 se presentan las matrices del consumo de Energía Neta, Energía Útil, Rendimientos de Utilización, Potencial de Ahorros por Fuentes y Usos para los diferentes estratos (MG y GMP), a nivel de los distintos subsectores industriales.

5.1. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos

De acuerdo con el Cuadro 5.1.1, el consumo de Energía Neta estimado para el Sector Industrial es de 566,1 kTep, siendo las principales Fuentes: la Leña con 152,7 kTep (27,0% de participación), la Electricidad con 150,1 kTep (26,5%), el Fuel Oil con 83,1 kTep (14,7%), el Gas Natural con 66,2 kTep (11,7%) y los Residuos de Biomasa con 65,5 kTep (11,6%). El consumo en Energía Neta de estas fuentes suma 517,6 kTep, es decir, un 91,4% del consumo del Sector Industrial. En el Gráfico 5.1.1 se ilustra la participación de las fuentes en el consumo de Energía Neta, obtenido a partir del Cuadro 5.1.2.

En el otro extremo, en el Gráfico 5.1.1 se aprecian las siete Fuentes cuya participación total suma un 2,0% del consumo del Sector: Carbón Mineral, Supergás, Gas Propano, Nafta, Diesel Oil y Coque.

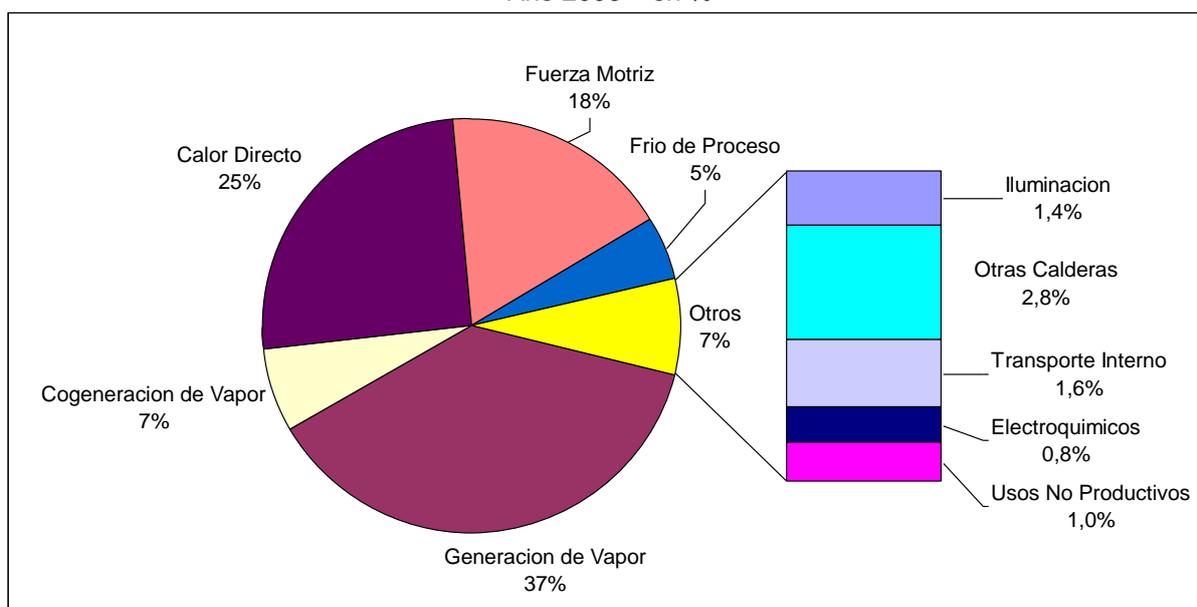
Gráfico 5.1.1
Sector Industrial
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 –en %



Al nivel de los Usos, destacan la Generación de Vapor con un consumo de Energía Neta de 213,7 kTep (37,8%), el Calor Directo con 144,0 kTep (25,4%), la Fuerza Motriz con 100,6

kTep (17,8%), la Cogeneración de Vapor con 37,0 kTep (6,5%) y el Frío de Proceso con 27,8 kTep (4,9%). El consumo de Energía Neta de estos Usos suma 523,0 kTep, equivalente a un 92,4% del consumo del Sector Industrial. En el Cuadro 5.1.3 se presenta la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta; el Gráfico 5.1.2 permite visualizar la importancia relativa de los Usos al nivel de la Energía Neta. Los cinco Usos menos relevantes en el Sector son: Iluminación, Otras Calderas, Transporte Interno, Electroquímicos y los Usos No Productivos, que en conjunto representan prácticamente un 8% del consumo de Energía Neta del Sector.

Gráfico 5.1.2
Sector Industrial
Participación de las Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



El consumo de las cinco Fuentes de Energía principales en los cinco Usos más importantes suma 486,4 kTep, el 94,0% del consumo total de estas Fuentes y el 85,9% del consumo de Energía Neta del Sector.

En los principales Usos térmicos: Generación de Vapor, Calor Directo y Cogeneración de Vapor existe competencia entre las fuentes principales: Gas Natural, Leña, Residuos de Biomasa y FUEL OIL. En Generación de Vapor destaca la Leña con un 48,7% de participación compitiendo con el FUEL OIL con un 25,2% de participación; en Cogeneración de Vapor los Residuos de Biomasa tienen un 55,5% de participación y compiten con la Leña que tiene un 25,1% de participación; en Calor Directo la competencia se centra en el Gas Natural con un 26,2% de participación, la Leña con un 21,3% y el Carbón Residual de Petróleo con un 19,6%.

En Fuerza Motriz y Frío de Proceso, la Electricidad es prácticamente la fuente exclusiva, sólo el 0,3% del consumo de Fuerza Motriz es Leña y Residuos de Biomasa (en turbinas de vapor a contrapresión de cogeneración); ambos Usos de la Electricidad representan el 85,4% del consumo de esta Fuente y el 22,6% del consumo de Energía Neta del Sector.

La participación de la Electricidad en Usos calóricos y de transporte, sólo es conveniente en países donde la generación de Electricidad es preponderantemente hidráulica. En Uruguay, en el año 2006, la Hidroelectricidad aportaba el 64% de la generación eléctrica, pero si se tiene en cuenta las importaciones, la participación de la hidroelectricidad baja a 43%. Todos

los combustibles fósiles son de origen importado (la producción nacional de derivados de la Refinería de Petróleo proviene de Petróleo importado).

El consumo de Energía Útil estimado para el Sector se presenta en el Cuadro 5.1.4 y, alcanza los 405,3 kTep, lo que supone un rendimiento medio del sector de 71,6%.

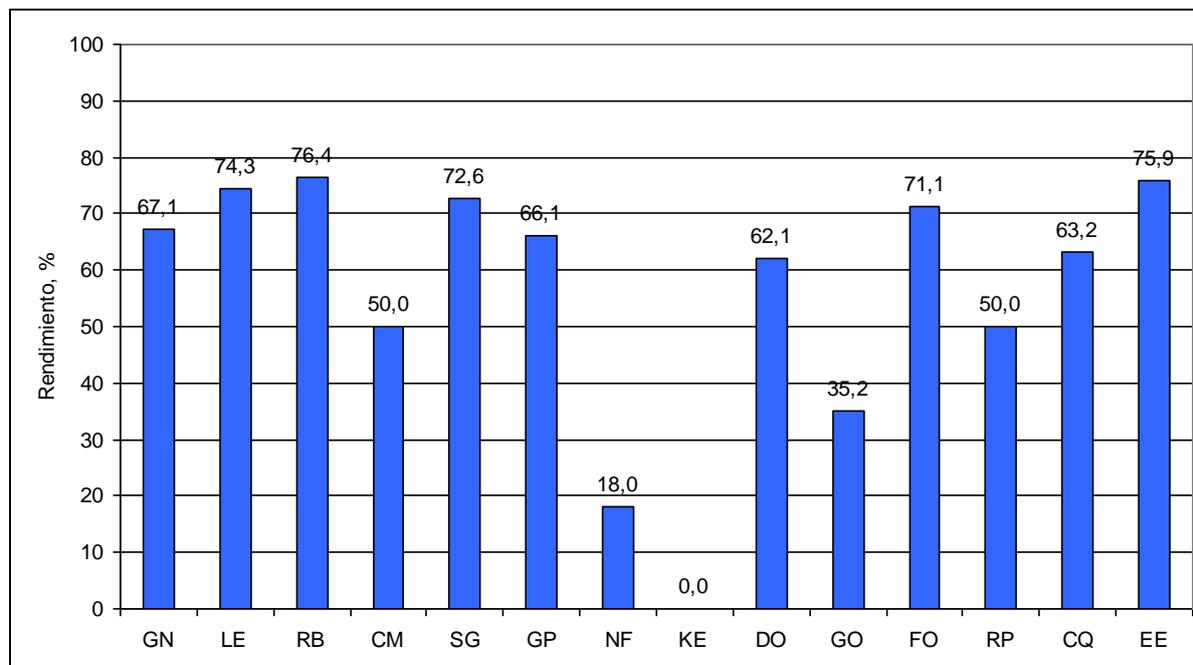
El consumo de Energía Útil se determinó en base a las metodologías de estimación de Rendimientos de Utilización de Energía Neta que se presentan en los Anexos 2 y 7 para cada Uso Energético. Tales estimaciones, en algunos casos hacen distinción de Fuentes de Energía: para la Fuente Electricidad en los Usos Generación de Vapor, Otras Calderas y Calor Directo, donde se aplican criterios especiales en equipos que operan con Electricidad; y para los combustibles gaseosos en el proceso de secado en el uso Calor Directo.

A nivel de las Fuentes destacan en Energía Útil, como en el caso de la Energía Neta, la Electricidad con 113,8 kTep (28,1%), la Leña con 113,5 kTep (28,0%), el Fuel Oil con 59,1 kTep (14,6%), los Residuos de Biomasa con 50,0 kTep (12,3%) y el Gas Natural con 44,4 kTep (11,0%). La participación respectiva de las fuentes se presenta en el Cuadro 5.1.5, las cuales son similares a las mencionadas en el caso de Energía Neta.

A nivel de los Usos destacan la Generación de Vapor con 173,9 kTep (42,9%), la Fuerza Motriz con 87,8 kTep (21,7%), el Calor Directo con 72,4 kTep (17,9%), la Cogeneración de Vapor con 31,4 kTep (7,8%) y el Frío de Proceso con 15,9 kTep (3,9%). La participación respectiva de los usos se presenta en el Cuadro 5.1.6, cifras también similares a las participaciones en Energía Neta, salvo en el caso de Generación de Vapor y el Calor Directo, debido a los efectos de sus respectivos rendimientos de utilización.

El Gráfico 5.1.3 ilustra los rendimientos de utilización de las Fuentes de Energía en el Sector Industrial.

Gráfico 5.1.3
Sector Industrial
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
Año 2006 – en %



De acuerdo con el Cuadro 5.1.7, las Fuentes utilizadas con mayor rendimiento son los Residuos de Biomasa (76,4%), la Electricidad (75,9%) y la Leña (74,3%), el Supergás

(72,6%) , el Fuel Oil (71,1%) y el Gas Natural (67,1%); entre éstas sólo el Supergás no está entre las Fuentes Principales del Sector Industrial.

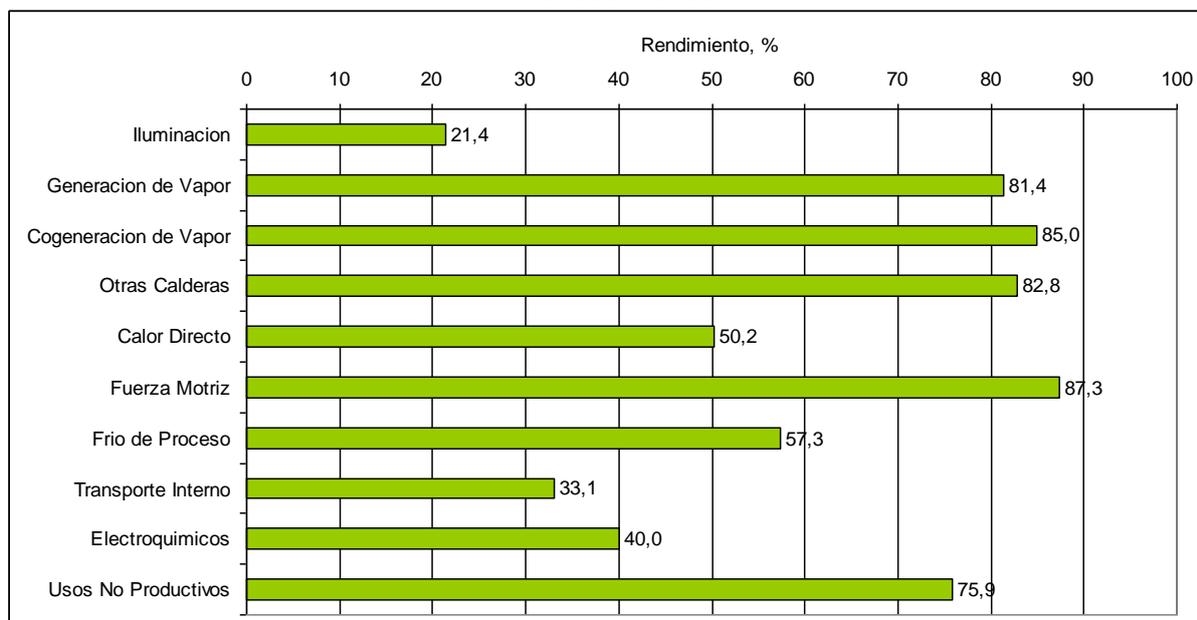
El bajo rendimiento de utilización del Gas Natural (67,1%), comparado con el de las otras Fuentes principales (en torno a 75%), se explica por el hecho que el uso más importante del Gas Natural es el Calor Directo, 37,7 kTep de consumo de energía neta con un 56,9% de participación en esta Fuente, que a la vez tiene un Rendimiento de Utilización de 55,7%. En general, la metodología utilizada no hace diferencias en el rendimiento en función del combustible, sólo distingue las características de operación de los equipos, por ejemplo: proceso y temperatura en los hornos y controles del agua y gases de combustión en calderas (Ver Anexos 2 y 7).

Las fuentes con menores rendimientos de utilización son la Nafta y el Gas Oil, con 18,0% y 35,2%; estos valores derivan del hecho que el principal uso de estas fuentes de energía es el Transporte Interno, con un 82,0% y 74,2% de participación de este Uso en dichas fuentes, respectivamente. El Gas Oil también se utiliza en Generación de Vapor, Otras Calderas y Calor Directo y Calefacción (Uso No Productivo), Usos que producen una mejora en el Rendimiento de Utilización de esta Fuente.

A nivel de los usos, destacan los rendimientos en Fuerza Motriz con 87,3%, en Cogeneración de Vapor con 85,0%, en Otras Calderas con 82,8% y en Generación de Vapor con 81,4%; de ellos sólo el Uso Otras Calderas no es importante en el consumo de Energía. Para completar la caracterización de los Usos importantes, el Rendimiento de Utilización del Frío de Proceso en el Sector se estimó en 57,3% y para el Calor Directo en 50,2%.

El Gráfico 5.1.4 permite visualizar los rendimientos de utilización de los usos de la energía en el Sector Industrial.

Gráfico 5.1.4
Sector Industrial
Rendimientos de Utilización de los Usos de la Energía
Año 2006 – en %



Los menores rendimientos se tienen en los Usos Iluminación (21,4%) y Transporte Interno (33,1%); dichos valores se deben a las características propias del proceso de transformación de la energía en estos Usos. El rendimiento de los procesos Electroquímicos

se estimó en 40% para todos los casos⁴. Estos tres Usos son además de los menos importantes en el Sector.

En los Rendimientos de Utilización por Fuente, los combustibles importantes tienen menor rendimiento que los Usos principales; esto se explica por efecto del Uso Calor Directo en esos combustibles (su participación en el consumo de Energía Neta y su rendimiento). En el caso de la Electricidad, su Rendimiento de Utilización global es menor al de su principal Uso, la Fuerza Motriz, por el efecto de los Usos Frío de Proceso e Iluminación.

⁴ La literatura menciona distintos procesos electroquímicos con un rango muy amplio de rendimientos, incluso entre las aplicaciones clásicas, y están condicionados por la temperatura, densidad de corriente, tiempo de operación, etc., el valor elegido corresponde a uno intermedio.

Cuadro 5.1.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	Fuel Oil	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														7.646	7.646
Generación de Vapor	19.789	104.036	33.839		1.481	178			118	342	53.875			64	213.720
Cogeneración de Vapor	5.743	9.289	20.512								1.419				36.963
Otras Calderas	2.612	8.647	82		135	38				365	3.809			134	15.824
Calor Directo	37.668	30.652	10.888	1.231	279	2.055			16	1.858	23.995	28.179	890	6.310	144.022
Fuerza Motriz		89	164							0				100.333	100.587
Frío de Proceso														27.753	27.753
Transporte Interno					204	330	81		78	7.487				1.157	9.337
Electroquímicos														4.806	4.806
Usos No Productivos	381	10			1.356	1.769	18		3	32	1			1.847	5.416
Total	66.193	152.723	65.485	1.231	3.454	4.370	99		215	10.085	83.100	28.179	890	150.050	566.074

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el Sector Industrial, por ello no figuran cifras en el Cuadro 5.1.1 ni en el resto de los cuadros y gráficos de esta sección. Los consumos de Queroseno se presentan en la sección de Usos no Energéticos de este Informe.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el Sector Industrial, el 2,5% proviene de autoproducción con cogeneración y grupos electrógenos.

Nota 3: En el Sector Industrial, además de las Fuentes de Energía que se presentan en los resultados de esta sección, en algunos establecimientos se utiliza Carburo y Acetileno en soldadura al oxígeno; estos combustibles no se incluyen en los cuadros de resultados porque no se contabilizan en el Balance de Energía Nacional de la República Oriental de Uruguay. No obstante, los consumos y usos respectivos están en la Base de Datos.

Nota 4: En el Subsector Química (excepto petróleo), se relevaron otras fuentes de energía derivadas de las materias primas y procesos productivos exotérmicos, generando vapor en equipos de recuperación de calor y fuerza motriz con turbinas de vapor saturado a condensación. Dado que este tipo de fuentes de energía no están incluidas en el Balance de Energía Nacional, no se incluyen en este informe. El consumo de Energía Neta de este tipo de fuentes de energía es una fracción importante del consumo total de Energía Neta del subsector. Aplicaciones como esta son destacables porque disminuyen el uso de combustibles aprovechando las características de los procesos de producción.

Cuadro 5.1.2
Sector Industrial
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	9,3	48,7	15,8		0,7	0,1			0,1	0,2	25,2			0,03	100
Cogeneración de Vapor	15,5	25,1	55,5								3,8				100
Otras Calderas	16,5	54,6	0,5		0,9	0,2				2,3	24,1			0,8	100
Calor Directo	26,2	21,3	7,6	0,9	0,2	1,4			0,01	1,3	16,7	19,6	0,6	4,4	100
Fuerza Motriz		0,1	0,2											99,7	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					2,2	3,5	0,9		0,8	80,2				12,4	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	7,0	0,2			25,0	32,7	0,3		0,1	0,6	0,0			34,1	100
Total	11,7	27,0	11,6	0,2	0,6	0,8	0,02		0,04	1,8	14,7	5,0	0,2	26,5	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.1.3
Sector Industrial
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														5,1	1,4
Generación de Vapor	29,9	68,1	51,7		42,9	4,1			54,8	3,4	64,8			0,04	37,8
Cogeneración de Vapor	8,7	6,1	31,3								1,7				6,5
Otras Calderas	3,9	5,7	0,1		3,9	0,9				3,6	4,6			0,1	2,8
Calor Directo	56,9	20,1	16,6	100,0	8,1	47,0			7,5	18,4	28,9	100,0	100,0	4,2	25,4
Fuerza Motriz		0,1	0,3											66,9	17,8
Frío de Proceso														18,5	4,9
Transporte Interno					5,9	7,5	82,0		36,4	74,2				0,8	1,6
Electroquímicos														3,2	0,8
Usos No Productivos	0,6	0,01			39,2	40,5	18,0		1,3	0,3	0,002			1,2	1,0
Total	100		100												

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.1.4
Sector Industrial
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1.635	1.635
Generación de Vapor	16.065	84.195	27.773		1.185	151			99	275	44.112			58	173.912
Cogeneración de Vapor	4.882	7.896	17.435								1.206				31.418
Otras Calderas	2.219	6.979	70		115	33				307	3.263			121	13.107
Calor Directo	20.987	14.356	4.591	616	157	1.320			13	994	10.542	14.090	562	4.125	72.354
Fuerza Motriz		72	133							0				87.613	87.816
Frío de Proceso														15.914	15.914
Transporte Interno					37	59	15		20	1.946				1.015	3.092
Electroquímicos														1.922	1.922
Usos No Productivos	285	7			1.015	1.327	3		2	22	1			1.447	4.110
Total	44.438	113.505	50.002	616	2.509	2.890	18		133	3.545	59.125	14.090	562	113.849	405.281

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.1.5
Sector Industrial
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	9,2	48,4	16,0		0,7	0,1			0,06	0,2	25,4			0,03	100
Cogeneración de Vapor	15,5	25,1	55,5								3,8				100
Otras Calderas	16,9	53,2	0,5		0,9	0,2				2,3	24,9			0,9	100
Calor Directo	29,0	19,8	6,3	0,9	0,2	1,8			0,02	1,4	14,6	19,5	0,8	5,7	100
Fuerza Motriz		0,1	0,2											99,8	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					1,2	1,9	0,5		0,63	63,0				32,8	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	6,9	0,2			24,7	32,3	0,1		0,05	0,5	0,02			35,2	100
Total	11,0	28,0	12,3	0,2	0,6	0,7	0,004		0,03	0,9	14,6	3,5	0,1	28,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.1.6
Sector Industrial
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,4	0,4
Generación de Vapor	36,2	74,2	55,5		47,2	5,2			74,1	7,8	74,6			0,1	42,9
Cogeneración de Vapor	11,0	7,0	34,9								2,0				7,8
Otras Calderas	5,0	6,1	0,1		4,6	1,1				8,7	5,5			0,1	3,2
Calor Directo	47,2	12,6	9,2	100,0	6,3	45,7			9,7	28,0	17,8	100,0	100,0	3,6	17,9
Fuerza Motriz		0,1	0,3											77,0	21,7
Frío de Proceso														14,0	3,9
Transporte Interno					1,5	2,1	82,0		14,6	54,9				0,9	0,8
Electroquímicos														1,7	0,5
Usos No Productivos	0,6	0,01			40,5	45,9	18,0		1,6	0,6	0,002			1,3	1,0
Total	100		100												

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.1.7
Sector Industrial
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

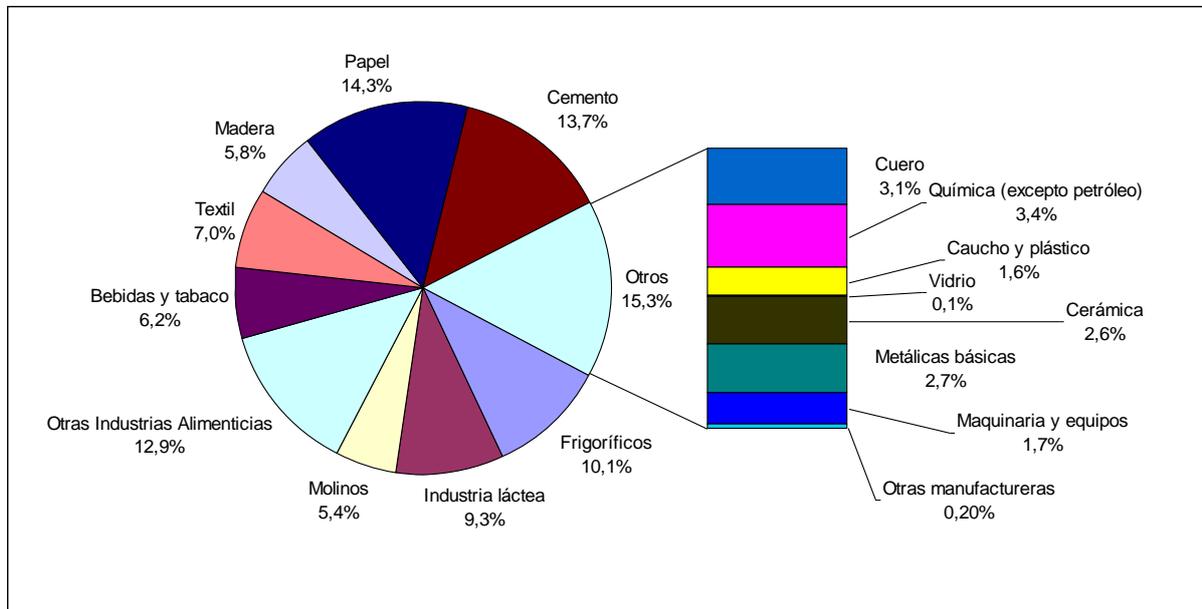
Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21,4	21,4
Generación de Vapor	81,2	80,9	82,1		80,0	85,2			84,0	80,5	81,9			90,0	81,4
Cogeneración de Vapor	85,0	85,0	85,0								85,0				85,0
Otras Calderas	85,0	80,7	85,0		85,0	85,0				84,1	85,7			90,0	82,8
Calor Directo	55,7	46,8	42,2	50,0	56,5	64,2			80,0	53,5	43,9	50,0	63,2	65,4	50,2
Fuerza Motriz		80,7	80,7											87,3	87,3
Frío de Proceso														57,3	57,3
Transporte Interno					18,0	18,0	18,0		25,0	26,0				87,7	33,1
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos	75,0	75,0			74,9	75,0	18,0		75,0	68,7	75,0			78,3	75,9
Total	67,1	74,3	76,4	50,0	72,6	66,1	18,0		62,1	35,2	71,1	50,0	63,2	75,9	71,6

Fuente: elaboración propia

5.2. Consumo de Energía Neta por Subsector y Fuente

El Cuadro 5.2.1 de consumos de Energía Neta por subsector y fuente, el Cuadro 5.2.2 y el Gráfico 5.2.1 de participaciones de los subsectores en el consumo de Energía Neta, indican que los subsectores industriales que concentran el mayor consumo de Energía Neta son: Papel con 81,0 kTep (14,3%), Cemento con 77,3 kTep (13,7%), Otras Industrias Alimenticias con 73,3 kTep (12,9%), Frigoríficos con 57,4 kTep (10,1%) y la Industria Láctea 52,7 kTep (9,3%). El consumo de Energía Neta de estos subsectores suma 341,7 kTep, constituyendo un 60,4% de participación en el consumo del Sector Industrial.

Gráfico 5.2.1
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



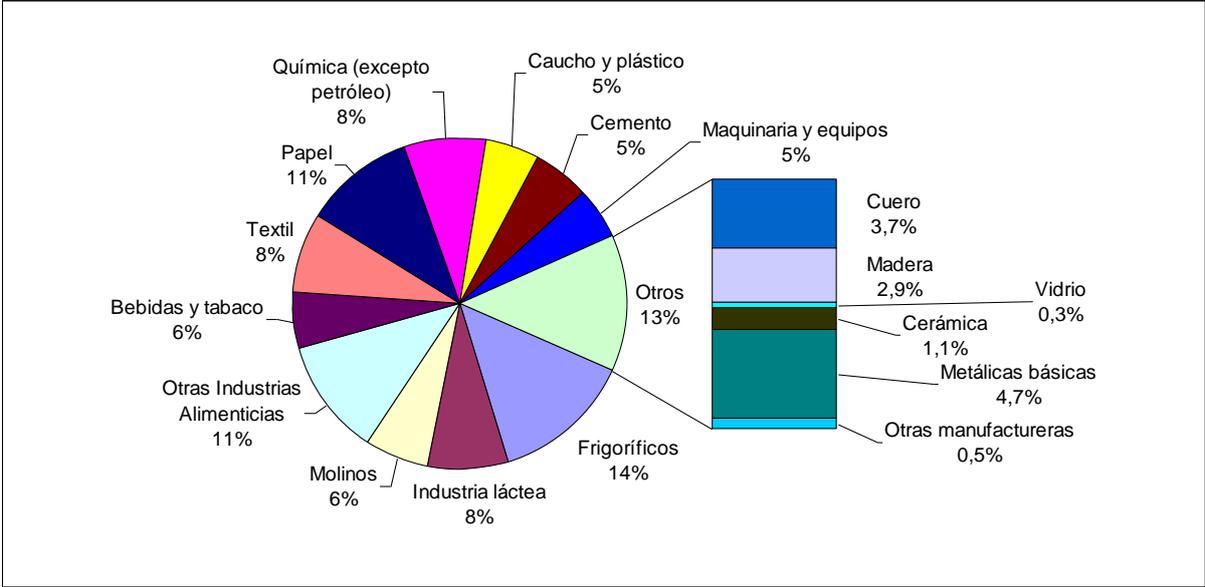
Los subsectores con participaciones inferiores al 2% corresponden a: Vidrio, Otras Manufactureras, Caucho y Plástico y Maquinarias y Equipos. Con participaciones entre un 2-5% están los Subsectores Cuero, Química (excepto petróleo), Cerámica y Metálicas Básicas. Estos ocho subsectores concentran el 15,3% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial.

En los cinco subsectores principales, destacados anteriormente, el consumo de las cinco principales fuentes: Leña, Electricidad, FUEL Oil, Gas Natural y Residuos de Biomasa, alcanza 308,3 kTep, lo que corresponde a un 59,6% del consumo total de dichas Fuentes y al 54,5% del consumo de Energía Neta en el Sector Industrial.

En los gráficos siguientes se presenta, para cada una de las fuentes principales, la participación de los subsectores en su consumo neto. Es así como la Electricidad, según el Gráfico 5.2.2, es consumida fundamentalmente por los Subsectores Frigoríficos, Otras Industrias Alimenticias y Papel. El consumo de Electricidad de estos subsectores suma 53,4 kTep, representando el 35,6% del consumo de esta fuente y el 9,4% del consumo de

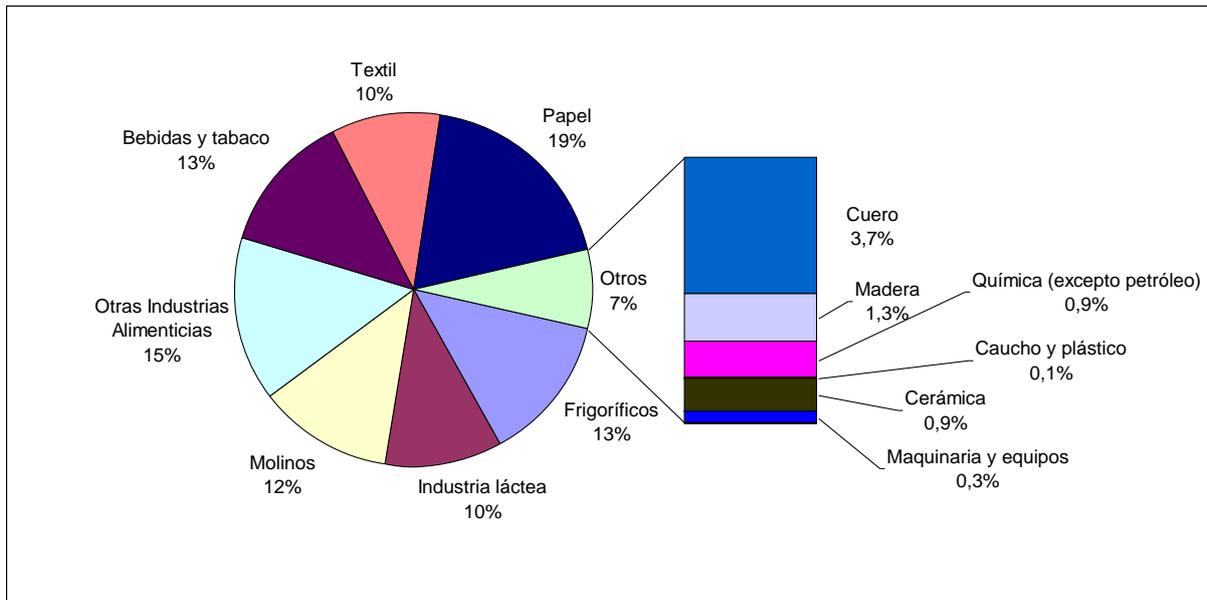
Energía Neta del Sector. En el Gráfico 5.2.2 figuran once subsectores con participaciones superiores al 5% en el consumo de Electricidad, los que suman 130,1 kTep de consumo, el 86,7% del consumo de Electricidad y el 23,0% del consumo de Energía Neta del Sector.

Gráfico 5.2.2
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Electricidad
Año 2006 – en %



El Gráfico 5.2.3 muestra que la Leña es consumida principalmente por el Subsector Papel, Otras Industrias Alimenticias y Frigoríficos, concentrándose en estos tres subsectores 71,9 kTep de consumo de Leña, correspondientes al 47,1% de su consumo en el sector. Los siete subsectores con participación superior al 10% en el consumo de Leña suman 141,7 kTep, equivalentes al 92,8% del consumo de esta Fuente y al 25,0% del consumo de Energía Neta del Sector.

Gráfico 5.2.3
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Leña
Año 2006 – en %



El Gráfico 5.2.4 indica que el Fuel Oil se consume mayoritariamente en los Subsectores Industria Láctea, Cemento y Frigoríficos, demandando en conjunto 43,8 kTep de Fuel Oil, equivalentes al 52,7% del consumo de esta fuente y al 7,7% del consumo de Energía Neta del Sector. También figuran ocho subsectores con participaciones superiores al 5% en el consumo de Fuel Oil, sumando 74,5 kTep de consumo, el 89,7% del consumo de Fuel Oil y el 13,2% del consumo de Energía Neta del Sector.

Gráfico 5.2.4
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Fuel Oil
Año 2006 – en %

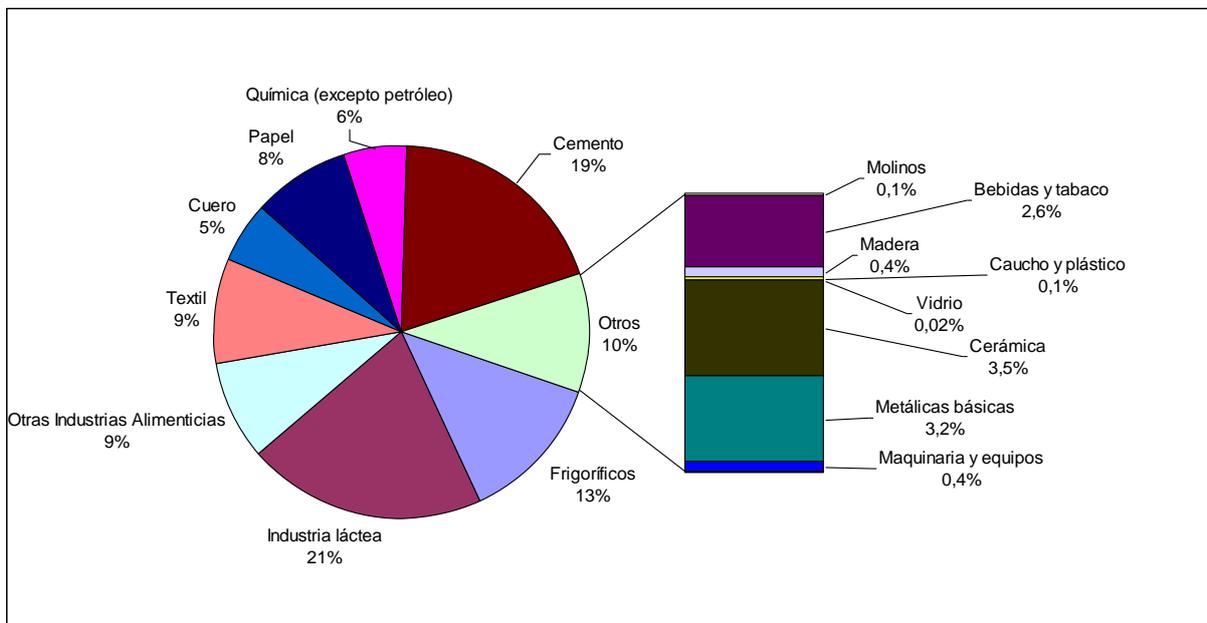
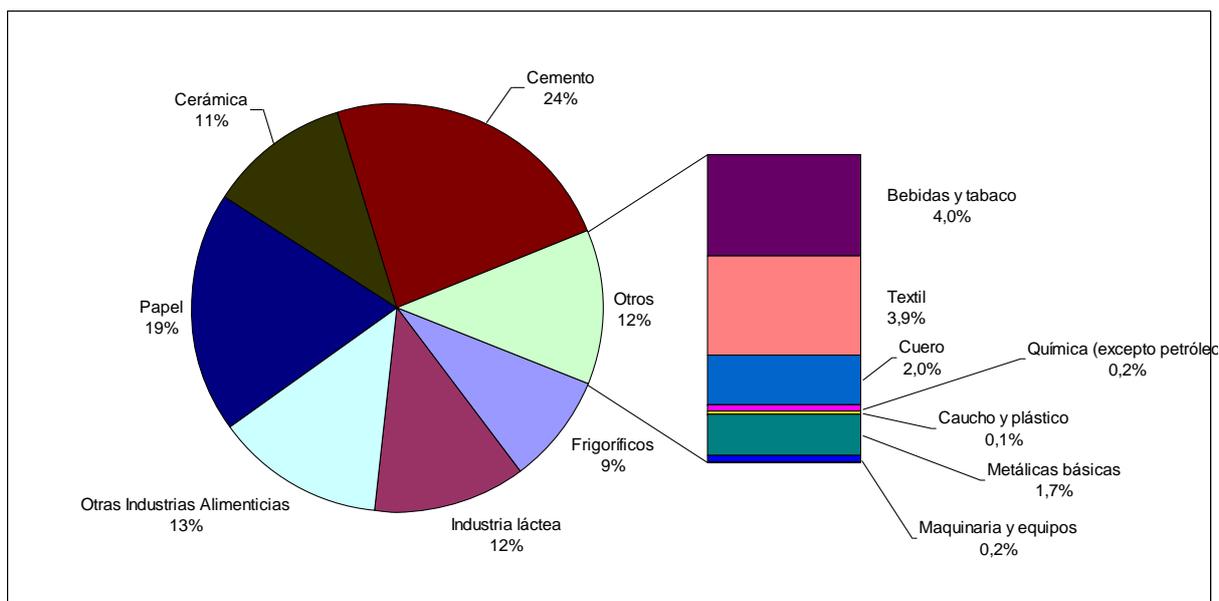


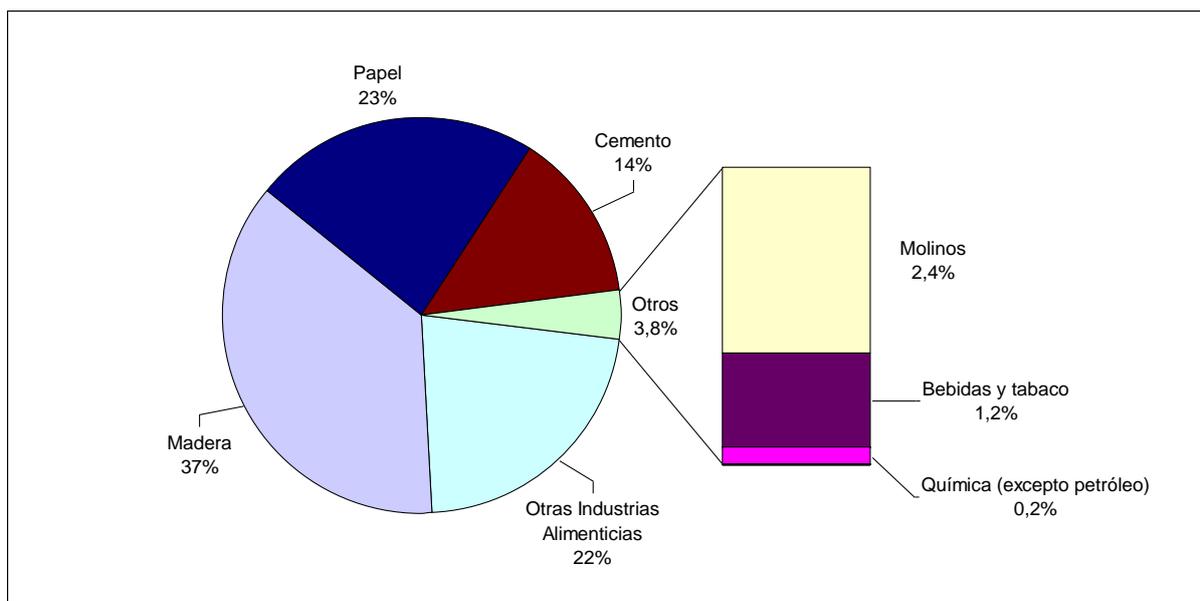
Gráfico 5.2.5
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Gas Natural
Año 2006 – en %



El Gráfico 5.2.5 muestra que el Gas Natural es consumido principalmente por los cinco subsectores más importantes: Cemento, Papel, Otras Industrias Alimenticias, Industria Láctea y Frigoríficos y también en el Subsector Cerámica. Estos seis subsectores consumen 58,1 kTep de Gas Natural, correspondientes al 87,8% del consumo de esta Fuente y al 10,3% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial.

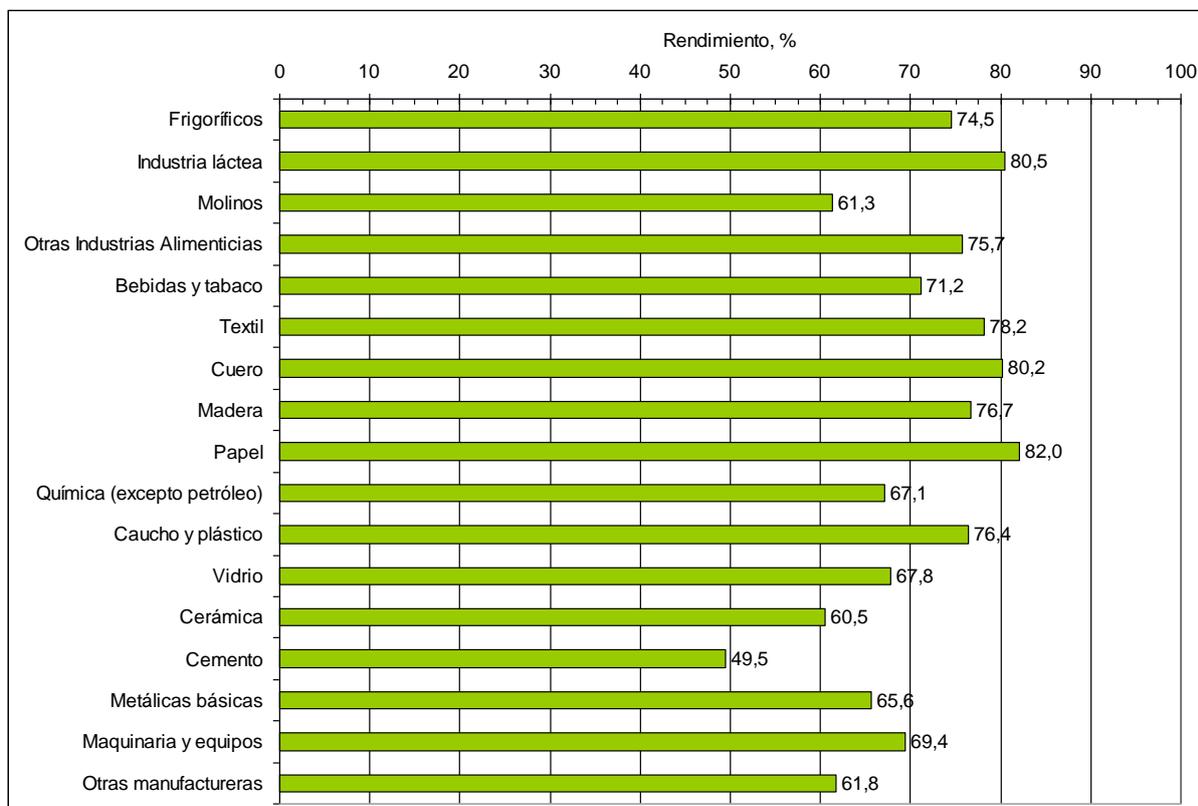
El Gráfico 5.2.6 muestra que los Residuos de Biomasa son consumidos mayoritariamente en dos subsectores: Madera con una participación del 36,7% y Papel con un 23,3%; demandando 39,3 kTep de Residuos de Biomasa, el 60,0% del consumo de esta Fuente. También destacan en el consumo de esta fuente los Subsectores Otras Industrias Alimenticias y Cemento. Estos cuatro subsectores consumen 63,0 kTep de Residuos de Biomasa, el 96,2% del consumo de esta fuente y el 11,1% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial.

Gráfico 5.2.6
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Residuos de Biomasa
Año 2006 – en %



En el Gráfico 5.2.7 se presentan los rendimientos de utilización globales de cada subsector, obtenido a partir del Cuadro 5.2.3. Destacan con rendimientos en torno a 80% los Subsectores Industria Láctea, Cuero, Textil y Papel; por otra parte, los subsectores con menores rendimientos, con valores del orden de 60% serían Molinos, Cerámicas, y Otras Manufactureras; finalmente, el Subsector Cemento es el que tiene menor rendimiento, del orden de 50%. Estos valores se explican por la participación respectiva de los usos de la energía en dichos subsectores; particularmente, en el caso del Cemento, donde el uso más importante es Calor Directo.

Gráfico 5.2.7
Sector Industrial
Rendimientos de Utilización de la Energía en los Subsectores
Año 2006 – en %



En el Cuadro 5.2.3 se presentan los rendimientos de utilización de la energía por fuente para los distintos subsectores. Las diferencias de los rendimientos se explican por la importancia relativa que tienen los distintos usos en cada subsector. Por ejemplo, los rendimientos en torno al 80% derivan de la incidencia de la Generación de Vapor en el uso de la fuente y rendimientos entre a 30-50% corresponden a Calor Directo, incluso se aprecian rendimientos aún más bajos cuando la fuente se dedica casi o exclusivamente a usos como el Transporte Interno.

Las fuentes con menores rendimientos en el Cuadro 5.2.3, son las ya mencionadas en la sección de Fuentes y Usos: la Nafta y el Gas Oil; la razón de tales rendimientos se explicó en la sección de Fuentes y Usos.

Cuadro 5.2.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta por Subsectores y Fuentes.
Año 2006 – en Tep

Subsector	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Frigoríficos	5.681	20.295			19	206	9		14	201	10.605			20.400	57.432
Industria láctea	7.946	15.971			19		4			118	17.127			11.494	52.679
Molinos		18.876	1.560		4	61	2			505	89			9.517	30.613
Otras Industrias Alimenticias	8.831	22.784	14.533		266	669	42			2.259	7.124			16.787	73.295
Bebidas y tabaco	2.673	19.557	783		845	10	4			525	2.197			8.305	34.900
Textil	2.598	15.443			1.540		3			478	7.544			11.784	39.391
Cuero	1.311	5.694			9	82				422	4.459			5.598	17.573
Madera		1.957	24.055		7		8			2.009	300			4.331	32.667
Papel	12.596	28.801	15.241		42	699	0		60	456	6.829			16.253	80.977
Química (excepto petróleo)	159	1.444	143		76	1	2		118	669	4.742			11.946	19.300
Caucho y plástico	58	78			207	29	12		4	541	119			7.777	8.825
Vidrio					44	14				9	16			396	480
Cerámica	7.506	1.329			6	781				277	2.904			1.699	14.502
Cemento	15.577		9.170		3					95	16.101	28.179		8.154	77.280
Metálicas básicas	1.096			1.231	96	1.751			19	392	2.624		836	7.117	15.161
Maquinaria y equipos	158	494			266	68	12			833	319		54	7.675	9.881
Otras manufactureras					5					295				817	1.117
Total	66.193	152.723	65.485	1.231	3.454	4.370	99		215	10.085	83.100	28.179	890	150.050	566.074

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.2.2
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta por Fuentes
Año 2006 – en %

Subsector	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Frigoríficos	8,6	13,3			0,6	4,7	9,5		6,6	2,0	12,8			13,6	10,1
Industria láctea	12,0	10,5			0,5		4,1			1,2	20,6			7,7	9,3
Molinos		12,4	2,4		0,1	1,4	1,7			5,0	0,1			6,3	5,4
Otras Industrias Alimenticias	13,3	14,9	22,2		7,7	15,3	42,2			22,4	8,6			11,2	12,9
Bebidas y tabaco	4,0	12,8	1,2		24,5	0,2	4,1			5,2	2,6			5,5	6,2
Textil	3,9	10,1			44,6		3,3			4,7	9,1			7,9	7,0
Cuero	2,0	3,7			0,3	1,9				4,2	5,4			3,7	3,1
Madera		1,3	36,7		0,2		8,4			19,9	0,4			2,9	5,8
Papel	19,0	18,9	23,3		1,2	16,0	0,2		27,8	4,5	8,2			10,8	14,3
Química (excepto petróleo)	0,2	0,9	0,2		2,2	0,0	1,6		54,8	6,6	5,7			8,0	3,4
Caucho y plástico	0,1	0,1			6,0	0,7	12,5		2,0	5,4	0,1			5,2	1,6
Vidrio					1,3	0,3				0,1	0,0			0,3	0,08
Cerámica	11,3	0,9			0,2	17,9				2,7	3,5			1,1	2,6
Cemento	23,5		14,0		0,1					0,9	19,4	100,0		5,4	13,7
Metálicas básicas	1,7			100,0	2,8	40,1			8,8	3,9	3,2		93,9	4,7	2,7
Maquinaria y equipos	0,2	0,3			7,7	1,6	12,3			8,3	0,4		6,1	5,1	1,7
Otras manufactureras					0,2					2,9				0,5	0,2
Total	100		100												

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.2.3
Sector Industrial
Rendimientos de Utilización de la Energía de los Subsectores por Fuentes
Año 2006 – en %

Subsector	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Frigoríficos	77,0	80,3			75,0	54,8	18,0		29,3	24,6	77,3			67,3	74,5
Industria láctea	81,1	82,1			76,7		18,0			24,0	84,4			72,8	80,5
Molinos		49,7	77,7		75,0	46,2	18,0			31,8	80,0			83,3	61,3
Otras Industrias Alimenticias	64,3	80,7	85,8		62,7	63,4	18,0			52,6	79,8			68,9	75,7
Bebidas y tabaco	87,0	66,2	45,0		70,6	84,0	18,0			40,7	82,3			79,5	71,2
Textil	80,9	78,4			78,9		18,0			30,4	80,9			77,5	78,2
Cuero	85,0	83,6			55,4	83,0				25,7	79,8			80,1	80,2
Madera		75,4	79,4		75,0		18,0			27,6	80,0			85,1	76,7
Papel	80,4	81,5	85,0		18,0	59,0	18,0		24,0	25,2	86,3			82,5	82,0
Química (excepto petróleo)	77,2	60,4	80,0		76,1	75,0	18,0		84,0	32,3	77,3			65,3	67,1
Caucho y plástico	50,0	80,0			75,0	18,0	18,0		24,0	33,9	80,0			79,8	76,4
Vidrio					75,0	53,1				29,2	35,0			69,7	67,8
Cerámica	58,9	32,4			75,0	59,1				26,4	69,1			81,3	60,5
Cemento	45,6		42,0		75,0					44,9	35,6	50,0		91,5	49,5
Metálicas básicas	45,0			50,0	60,7	75,0			79,3	27,6	53,7		65,0	75,7	65,6
Maquinaria y equipos	70,2	44,1			62,4	71,4	18,0			34,1	63,8		35,0	75,6	69,4
Otras manufactureras					63,2					24,0				75,4	61,8
Total	67,1	74,3	76,4	50,0	72,6	66,1	18,0		62,1	35,2	71,1	50,0	63,2	75,9	71,6

Fuente: Elaboración propia

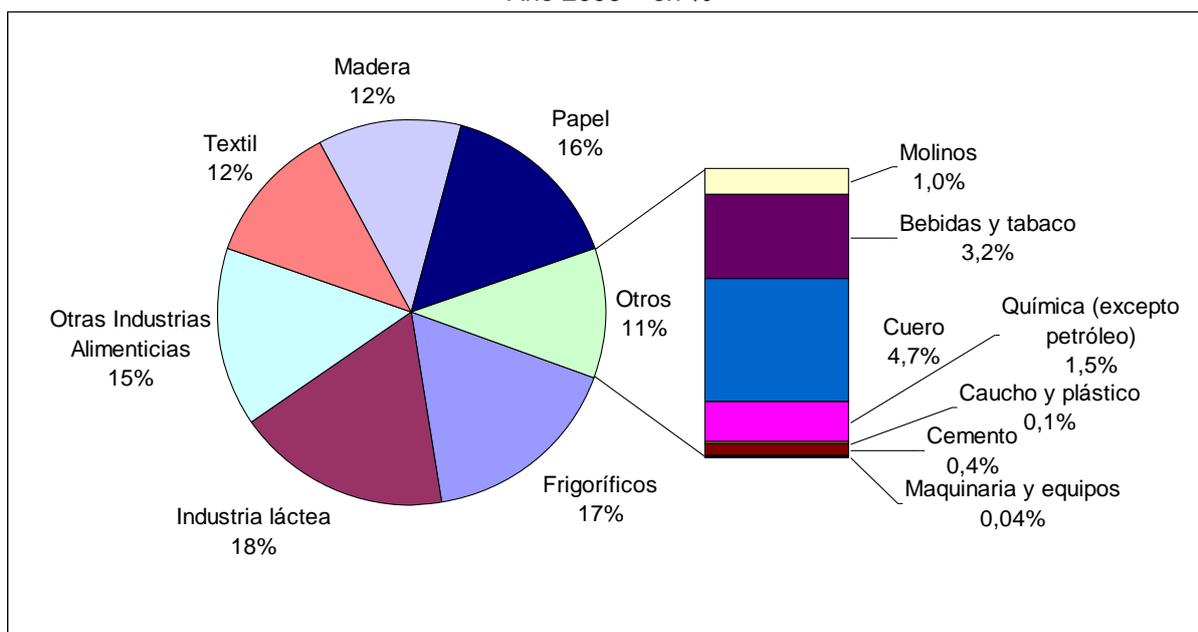
5.3. Consumo de Energía Neta por Subsector y Usos

En cuanto a la importancia en el consumo de Energía Neta, cabe recordar los cinco subsectores y cinco usos más importantes. Entre los primeros destacan: Papel, Cemento, Otras Industrias Alimenticias, Frigoríficos e Industria Láctea. A su vez, los usos principales son: Generación de Vapor, Calor Directo, Fuerza Motriz, Cogeneración de Vapor y Frío de Proceso. El consumo de Energía Neta en estos cinco subsectores suma 341,7 kTep, el 60,4% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial. Los cinco usos más importantes consumen 523,0 kTep, el 92,4% del consumo de Energía Neta del Sector (Cuadro 5.3.1).

Para los usos más importantes, en los gráficos siguientes, obtenidos a partir de los Cuadros 5.3.1 y 5.3.2, se ilustra la participación de los subsectores en el consumo de Energía Neta de cada uso.

En el caso de la Generación de Vapor (Gráfico 5.3.1), su consumo Energía Neta es de 213,7 kTep, concentrando el 37,8% del consumo del Sector Industrial. En este uso destacan, como principales consumidores de Energía Neta, los siguientes subsectores: Industria Láctea, los Frigoríficos, Papel y Otras Industrias Alimenticias. Estos cuatro subsectores se encuentran entre los principales en el Sector Industrial, por su consumo de Energía Neta. En menor medida destacan en este uso los Subsectores Textil y Madera. El consumo de estos seis subsectores suma 190,4 kTep, el 89,1% del consumo de Energía Neta en Generación de Vapor, lo que corresponde al 33,6% del Consumo de Energía Neta del Sector. No se detectó Generación de Vapor en los Subsectores Vidrio, Cerámica, Metálicas Básicas y Otras Manufactureras.

Gráfico 5.3.1
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta de Generación de Vapor
Año 2006 – en %



El consumo de Energía Neta en Calor Directo es de 144,0 kTep, representando el 25,4% del consumo del Sector Industrial. Como puede apreciarse en el Gráfico 5.3.2, este Uso está presente en todos los subsectores industriales, siendo el Subsector Cemento el que concentra la mayor proporción de Calor Directo, con 68,1 kTep, lo que representa un 47,3% del consumo en este Uso. Le siguen en importancia, aunque menos relevantes: Molinos, Cerámica y Otras Industrias Alimenticias. Estos cuatro subsectores consumen en conjunto 111,1 kTep, equivalentes al 77,1% del consumo en Calor Directo y el 19,6% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial.

Gráfico 5.3.2
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta de Calor Directo
Año 2006 – en %

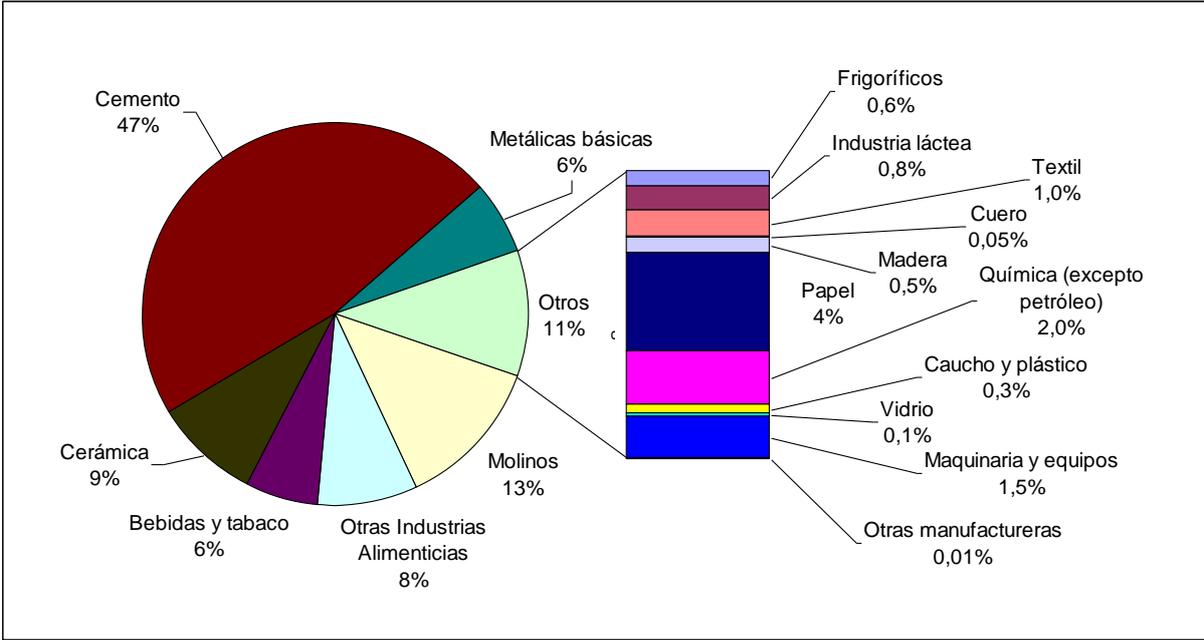
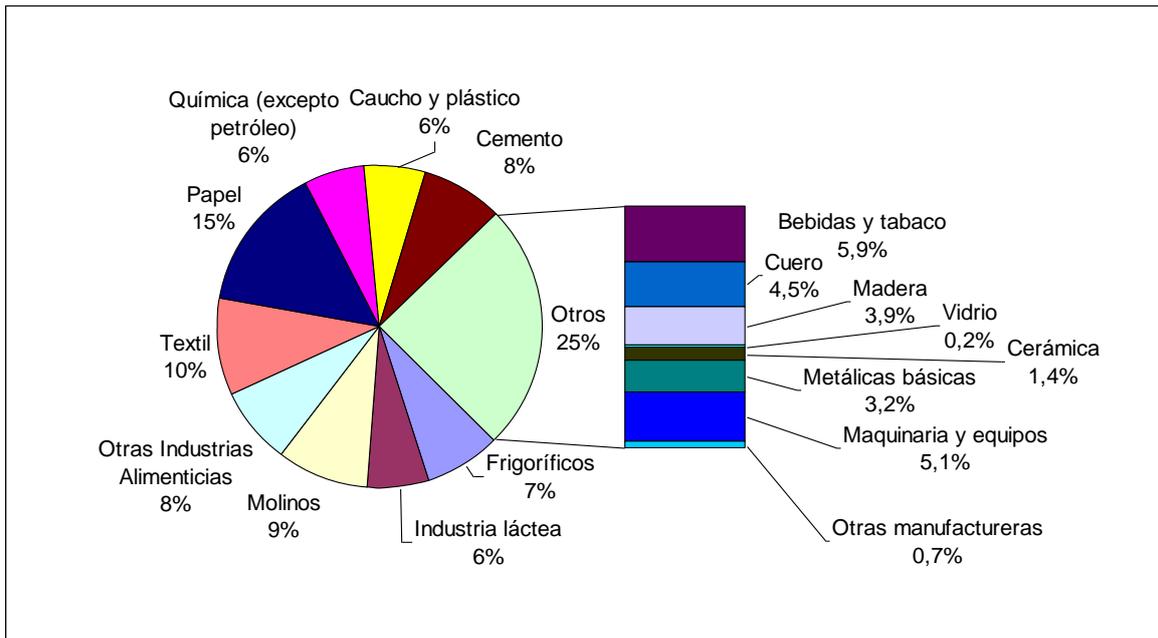


Gráfico 5.3.3
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta de Fuerza Motriz
Año 2006 – en %



El Uso Fuerza Motriz está presente en todos los subsectores, su consumo de Energía Neta es de 100,6 kTep, representando el 17,8% del consumo del Sector Industrial. Como se aprecia en el Gráfico 5.3.3, este Uso está presente en todos los subsectores, con consumos similares en la mayoría de ellos. El 75,2% del consumo de Energía Neta de Fuerza Motriz se concentra en nueve subsectores, alcanzando a 75,7 kTep lo que representa un 13,4% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial. Se destaca el consumo del Subsector Papel.

El cuarto Uso en importancia es la Cogeneración de Vapor que es responsable de un consumo de 37,0 kTep, con un 6,5% de participación en el Sector. En el Gráfico 5.3.4 se presentan los únicos dos subsectores que tienen Cogeneración de Vapor: Papel con 25,6 kTep de consumo (69,2% de la participación) y Otras Industrias Alimenticias con 11,4 kTep (el 30,8% restante).

Gráfico 5.3.4
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta de Cogeneración de Vapor
Año 2006 – en %

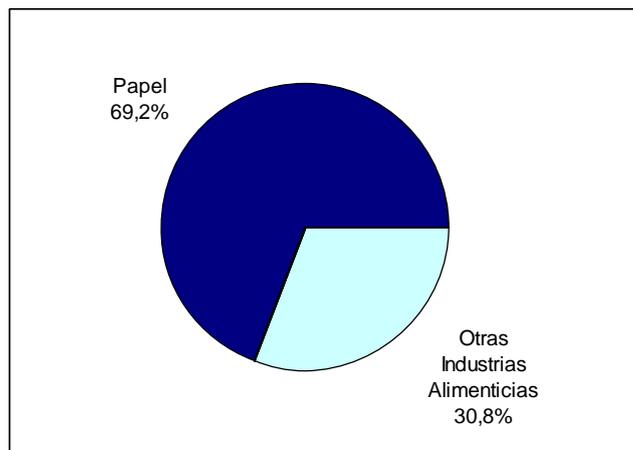
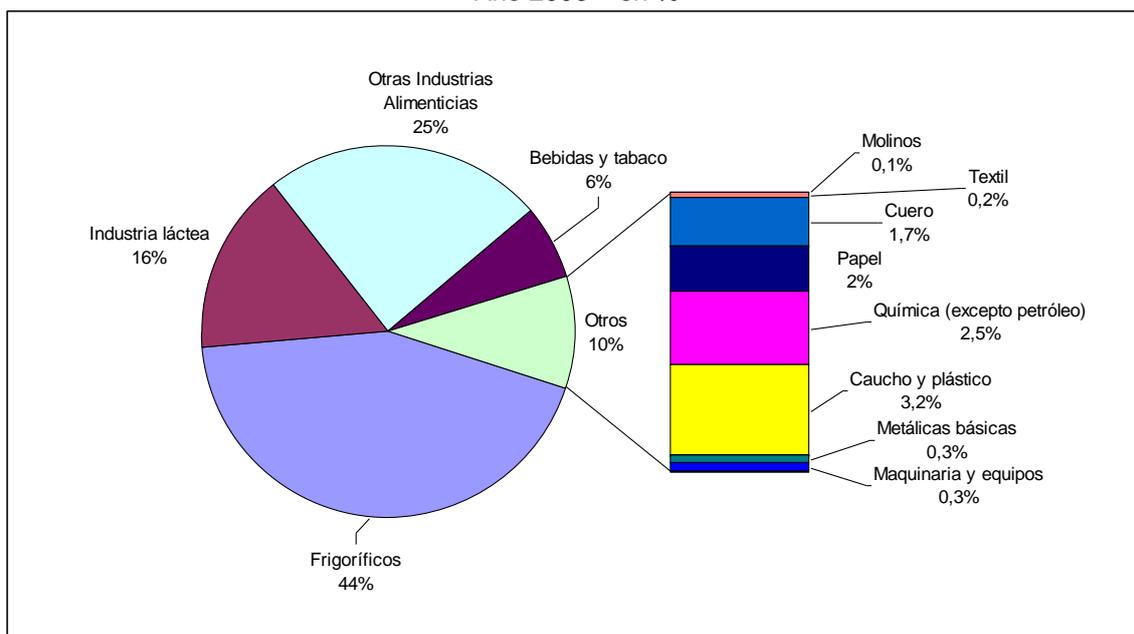


Gráfico 5.3.5
Sector Industrial

Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta de Frío de Proceso
Año 2006 – en %



El Frío de Proceso consume 27,8 kTep con una participación del 4,9% en el consumo de Energía Neta del Sector Industrial. En el Gráfico 5.3.5 se observa que el 90% del consumo en este uso se concentra en cuatro subsectores: Frigoríficos con 12,1 kTep (43,5% de participación), Otras Industrias Alimenticias con 6,8 kTep (24,5%), Industria Láctea con 4,4 kTep (15,9%) y el Subsector Bebidas y Tabaco con 1,8 kTep (6,3%). Este Uso no tiene presencia en los subsectores siguientes: Madera, Vidrio, Cerámica, Cemento, y Otras Manufactureras.

En el Cuadro 5.3.3 se presentan los rendimientos de utilización por usos para los distintos subsectores. Como ya se señalara el rendimiento medio del sector es de 71,6%; los usos con mejores rendimientos, ya citados en la sección de Fuentes y Usos, son: la Fuerza Motriz con 87,3%, Otras Calderas con 82,8% y Generación de Vapor con 81,4% (la Cogeneración de Vapor, presente en dos subsectores, tiene también un rendimiento elevado, estimado en función de la experiencia previa en Uruguay). Los rendimientos más bajos están en los Usos Iluminación y Transporte Interno.

El uso Fuerza Motriz, en un 99,7% es abastecido con Electricidad, los mejores rendimientos se dan en el caso de los subsectores que disponen de motores eléctricos de mayor potencia y que utilizan convertidores de frecuencia en sistemas caracterizados por el flujo variable de materiales o fluidos. Los mejores rendimientos en Fuerza Motriz se producen en los Subsectores Cemento y Metálicas Básicas, ambos con 92,4% de rendimiento, luego Madera con 90,0% y Bebidas y Tabaco con 89,1%. Los menores rendimientos en Fuerza Motriz los tienen los Subsectores Otras Manufactureras con 84,3% y Otras Industrias Alimenticias con 84,5%, este último está entre los cinco subsectores importantes del Sector y tiene 7,9% de participación en este Uso.

El Uso Otras Calderas tendría un rendimiento medio estimado de 82,8%. Las diferencias de rendimiento se explican básicamente por el tipo de calderas predominantes (aceite térmico, agua caliente o electricidad) que se utilizan en los distintos subsectores. (Ver en Anexos 2 y 7 los rendimientos de estos tipos de calderas).

El uso Generación de Vapor presenta un rendimiento medio de 81,4%. Los mejores rendimientos se deben a mejores condiciones de operación y uso de economizadores. Algunos de los mayores rendimientos fueron informados por el encuestado (no estimados por el consultor). Los subsectores que presentan un mayor rendimiento en la Generación de Vapor son: Química (excepto petróleo) con 83,3%, Industria Láctea con 83,1% y Otras Industrias Alimenticias con 82,9%. Los menores rendimientos están en los Subsectores Cemento y Frigoríficos, con 76,1% y 79,4%, ambos subsectores están entre los cinco más importantes, pero sólo los Frigoríficos tienen una participación importante en este Uso (16,8%).

En el Uso Cogeneración de Vapor, los rendimientos se estimaron en 85% en todos los casos, para distribuir el consumo total de la cogeneración entre Cogeneración de Electricidad (o Cogeneración de Fuerza Motriz) y Cogeneración de Vapor, de manera de ser consecuente con estudios anteriores de la República Oriental de Uruguay, a pesar de que en algunas encuestas se informaron rendimientos de 90% para estas calderas; tales rendimientos informados están en las bases de datos.

Por otra parte, existen usos importantes que presentan rendimientos de utilización inferiores a los anteriores, destacando: Calor Directo y Frío de Proceso.

En Calor Directo, el mejor rendimiento correspondería al Subsector Industria Láctea, 79,0%, debido a la presencia de hornos para el procesamiento de la leche en polvo con rendimientos informados por los encuestados superiores al 80%. En segundo lugar está el Subsector Papel con un rendimiento en Calor Directo de 74,8%, debido a la presencia de equipos de secado con rendimientos informados de 90%, los que coexisten con hornos de rendimientos claramente inferiores, alcanzando, incluso, valores mínimos de 56%.

Los menores rendimientos en el uso Calor Directo se presentan en los Subsectores Madera con 36,2% y Bebidas y Tabaco con 45,4%. En Madera, dichos rendimientos se explicarían por la utilización de hornos de secado que operan a bajas temperaturas (70°C). En Bebidas y Tabaco se informaron rendimientos de 85% en hornos de fusión eléctricos, pero son los hornos de secado de malta los de menor rendimiento, 45%, que a la vez son los dominantes en el consumo.

En el uso Frío de Proceso, los distintos rendimientos en los subsectores se explicarían por dos factores: la potencia de los equipos y el tipo de compresor de refrigeración; los compresores de mejor rendimiento, relevados en el encuesta, son los tipo scroll, seguidos por los de tornillo y, por último, los compresores alternativos. (Ver Anexos 2 y 7).

Cuadro 5.3.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta por Subsectores y Usos
Año 2006 – en Tep

Subsector	Iluminación	Generación de Vapor	Cogeneración de Vapor	Otras Calderas	Calor Directo	Fuerza Motriz	Frío de Proceso	Transporte Interno	Electroquímicos	Usos No Productivos	Total
Frigoríficos	711	35.921		20	891	7.462	12.085	282		60	57.432
Industria láctea	494	38.294		1.533	1.217	6.368	4.402	286		85	52.679
Molinos	349	2.176		100	18.430	9.046	18	429		66	30.613
Otras Industrias Alimenticias	995	32.112	11.386	511	11.803	7.913	6.804	1.140	137	494	73.295
Bebidas y tabaco	294	6.804		9.822	8.964	5.904	1.758	484	0	871	34.900
Textil	1.331	25.418		520	1.398	9.797	43	371		513	39.391
Cuero	462	9.954		1.592	65	4.565	467	427		41	17.573
Madera	286	25.486		118	788	3.925		2.046		18	32.667
Papel	654	33.171	25.577		5.168	14.687	441	1.026		253	80.977
Química (excepto petróleo)	559	3.137		751	2.833	6.285	706	681	4.111	238	19.300
Caucho y plástico	327	234		5	450	6.096	876	523		315	8.825
Vidrio	31				181	190		9		69	480
Cerámica	97				12.741	1.379		277		8	14.502
Cemento	107	928		31	68.099	7.999		65		50	77.280
Metálicas básicas	100			562	8.796	3.220	70	402	190	1.821	15.161
Maquinaria y equipos	745	85		261	2.182	5.082	85	594	362	485	9.881
Otras manufactureras	105				12	668		295	6	31	1.117
Total	7.646	213.720	36.963	15.824	144.022	100.587	27.753	9.337	4.806	5.416	566.074

Fuente: Elaboración propia

Nota: Es posible apreciar que ciertos usos, aunque tienen una menor importancia relativa en lo que respecta al consumo de Energía Neta del Sector Industrial, como son: Iluminación, Transporte Interno y los Usos No Productivos, están presentes en todos los subsectores industriales, en cambio Otras Calderas y Electroquímicos sólo están presentes en algunos subsectores.

Cuadro 5.3.2
Sector Industrial
Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta por Usos
Año 2006 – en %

Subsector	Iluminación	Generación de Vapor	Cogeneración de Vapor	Otras Calderas	Calor Directo	Fuerza Motriz	Frío de Proceso	Transporte Interno	Electroquímicos	Usos No Productivos	Total
Frigoríficos	9,3	16,8		0,1	0,6	7,4	43,5	3,0		1,1	10,1
Industria láctea	6,5	17,9		9,7	0,8	6,3	15,9	3,1		1,6	9,3
Molinos	4,6	1,0		0,6	12,8	9,0	0,1	4,6		1,2	5,4
Otras Industrias Alimenticias	13,0	15,0	30,8	3,2	8,2	7,9	24,5	12,2	2,8	9,1	12,9
Bebidas y tabaco	3,8	3,2		62,1	6,2	5,9	6,3	5,2	0,004	16,1	6,2
Textil	17,4	11,9		3,3	1,0	9,7	0,2	4,0		9,5	7,0
Cuero	6,0	4,7		10,1	0,05	4,5	1,7	4,6		0,8	3,1
Madera	3,7	11,9		0,7	0,5	3,9		21,9		0,3	5,8
Papel	8,6	15,5	69,2		3,6	14,6	1,6	11,0		4,7	14,3
Química (excepto petróleo)	7,3	1,5		4,7	2,0	6,2	2,5	7,3	85,5	4,4	3,4
Caucho y plástico	4,3	0,1		0,03	0,3	6,1	3,2	5,6		5,8	1,6
Vidrio	0,4				0,1	0,2		0,1		1,3	0,1
Cerámica	1,3				8,8	1,4		3,0		0,2	2,6
Cemento	1,4	0,4		0,2	47,3	8,0		0,7		0,9	13,7
Metálicas básicas	1,3			3,6	6,1	3,2	0,3	4,3	3,9	33,6	2,7
Maquinaria y equipos	9,7	0,04		1,6	1,5	5,1	0,3	6,4	7,5	8,9	1,7
Otras manufactureras	1,4				0,009	0,7		3,2	0,1	0,6	0,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.3.3
Sector Industrial
Rendimientos de Utilización de la Energía en los Subsectores por Uso
Año 2006 – en %

Subsector	Iluminación	Generación de Vapor	Cogeneración de Vapor	Otras Calderas	Calor Directo	Fuerza Motriz	Frío de Proceso	Transporte Interno	Electroquímicos	Usos No Productivos	Total
Frigoríficos	22,0	79,4		90,0	52,6	86,6	57,9	37,4		84,4	74,5
Industria láctea	21,2	83,1		80,1	79,0	87,6	56,5	61,1		76,3	80,5
Molinos	21,7	80,0		85,5	48,5	85,7	51,7	25,4		87,7	61,3
Otras Industrias Alimenticias	21,1	82,9	85,0	85,0	59,0	84,5	57,1	52,1	40,0	79,5	75,7
Bebidas y tabaco	18,8	82,2		81,8	45,4	89,1	58,0	33,6	40,0	74,2	71,2
Textil	22,7	79,6		88,7	70,1	85,6	55,5	25,8		66,1	78,2
Cuero	20,6	81,8		85,0	60,0	88,8	56,2	26,1		83,5	80,2
Madera	24,1	80,3		85,0	36,2	90,0		28,5		77,1	76,7
Papel	22,9	82,0	85,0		74,8	86,3	57,0	33,2		67,4	82,0
Química (excepto petróleo)	20,7	83,3		90,8	59,1	86,4	56,1	33,6	40,0	73,5	67,1
Caucho y plástico	20,3	80,0		80,0	63,8	87,1	56,0	26,7		80,9	76,4
Vidrio	19,4				57,0	84,9		29,2		75,8	67,8
Cerámica	19,9				58,6	88,0		26,4		81,6	60,5
Cemento	19,7	76,1		85,1	44,1	92,4		26,2		92,3	49,5
Metálicas básicas	15,1			81,0	55,7	92,4	56,5	28,9	40,0	75,3	65,6
Maquinaria y equipos	20,2	82,0		85,0	58,5	86,0	57,1	28,1	40,0	84,7	69,4
Otras manufactureras	20,6				59,7	84,3		24,0	40,0	80,1	61,8
Total	21,4	81,4	85,0	82,8	50,2	87,3	57,3	33,1	40,0	75,9	71,6

Fuente: Elaboración propia

5.4. Consumo de Residuos de Biomasa por Subsector y Tipo de Residuo

El consumo de Residuos de Biomasa, del Sector Industrial es de 65,5 kTep. Esta fuente de energía ocupa el quinto lugar en importancia, con una participación del 11,6% en el consumo de Energía Neta del Sector.

Los tipos de Residuos de Biomasa que se utilizan en el Sector Industrias se enumeran en la tabla siguiente de acuerdo a su origen:

Origen de los Residuos de Biomasa	Residuo de Biomasa
Residuos Agrícolas	Bagazo Cáscara de Arroz Cáscara de Girasol Casullo de Cebada Paja de Cereales
Residuos Forestales y de Aserradero	Aserrines Ramas Virutas
Residuos de Procesos	Licor Negro Residuos Grasos Sebo Industrial

En el Cuadro 5.4.1 se presenta el consumo de los distintos Residuos de Biomasa por subsector y Uso.

Los Residuos de Biomasa se consumen en los Subsectores Molinos, Otras Industrias Alimenticias, Bebidas y Tabaco, Madera, Papel, Química (excepto petróleo) y Cemento. Cabe destacar la importancia de los consumos de Residuos de Biomasa en la industria del Cemento, actividad que no genera este tipo de residuos.

El consumo de Residuos de Biomasa se concentra principalmente en el Subsector Madera, con 24,1 kTep (36,7% de participación en el consumo de esta fuente energética), en el Subsector Papel, con 15,2 kTep (23,3% de participación) y en el Subsector Otras Industrias Alimenticias con 14,5 kTep (22,2% de participación), enterando entre estos subsectores el 82,2% de todo el consumo de Residuos de Biomasa.

Los Residuos de Biomasa están presentes en todos los usos térmicos de la energía, siendo los principales: Generación de Vapor, Cogeneración de Vapor y Calor Directo; también producen Fuerza Motriz (en muy pequeña cantidad).

El uso principal es la Generación de Vapor, con 33,8 kTep (51,7% de participación en el consumo de los Residuos de Biomasa); le siguen en importancia la Cogeneración de Vapor, con 20,5 kTep (31,3% de participación) y el Calor Directo con 10,9 kTep (16,6% de participación). Estos tres usos concentran 65,2 kTep, el 99,6% del consumo.

En el Subsector Madera, los Aserrines utilizados en Generación de Vapor constituyen el residuo principal, alcanzando los 22,7 kTep, o sea un 97,0% de su consumo en el subsector. En el Subsector Papel el único Residuo utilizado es Licor Negro en Cogeneración de Vapor (15,2 kTep). En el Subsector Otras Industrias Alimenticias, el principal residuo es el Bagazo, utilizado en su mayoría para Cogeneración de Vapor y Generación de Vapor, concentrando ambos usos 8,8 kTep de consumo, el 98,2% del consumo de este residuo.



MIEMDNETN

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR

Cuadro 5.4.1
Sector Industrial

Consumo de Residuos de Biomasa en los Subsectores por Uso y Tipo de Residuo

Año 2006 – en Tep y Porcentajes

Subsector	Tipo de Residuo	USOS					Total	Porcentaje %
		Generación de Vapor	Cogeneración de Vapor	Otras Calderas	Calor Directo	Fuerza Motriz		
Molinos	Cáscara de arroz	1.332			227		1.560	2,4
Otras Industrias Alimenticias	Bagazo	3.494	5.271			164	8.929	13,6
	Cáscara de girasol	2.733					2.733	4,2
	Sebo industrial	2.871					2.871	4,4
Total Otras Industrias Alimenticias		9.098	5.271			164	14.533	22,2
Bebidas y tabaco	Casullo de cebada				783		783	1,2
Madera	Ramas			82			82	0,1
	Aserrines	22.674			708		23.382	35,7
	Virutas	591					591	0,9
Total Madera		23.265		82	708		24.055	36,7
Papel	Licor Negro		15.241				15.241	23,3
Química (excepto petróleo)	Residuos grasos	143					143	0,2
Cemento	Paja de cereales				3.808		3.808	5,8
	Aserrines				146		146	0,2
	Cáscara de arroz				4.860		4.860	7,4
	Cáscara de arroz y aserrín				356		356	0,5
Total Cemento				9.170			9.170	14,0
Total		33.839	20.512	82	10.888	164	65.485	100
Porcentajes %		51,7	31,3	0,1	16,6	0,3	100	

Fuente: Elaboración propia

5.5. Consumo de Energía Neta por Subsector y Estrato de Tamaño

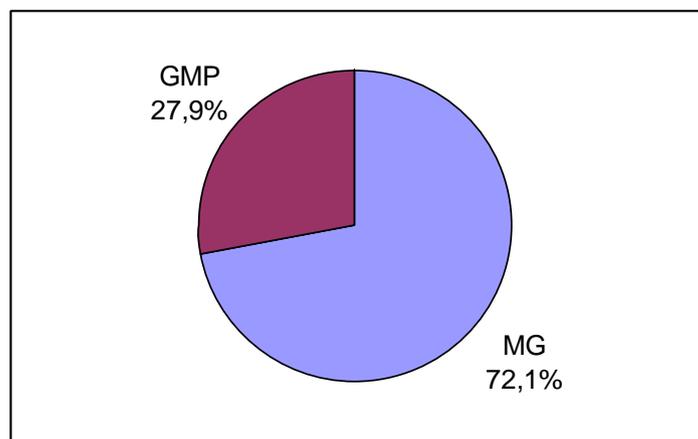
Se consideran dos estratos de tamaño en el Sector Industrial: los establecimientos Muy Grandes (MG) y los establecimientos Grandes, Medianos y Pequeños (GMP), de acuerdo a la definición de estratos establecida en el capítulo 2.

A su vez, todos los establecimientos MG fueron censados (104 establecimientos), mientras que en los estratos GMP se realizó una encuesta a una muestra de establecimientos (352 establecimientos). Este hecho implica que los resultados del estrato MG son los del universo MG, luego su consumo se obtiene directamente del procesamiento de las encuestas correspondientes, por el contrario los resultados del estrato GMP provienen de una expansión al universo GMP, de la muestra encuestada.

El Cuadro 5.5.1 presenta el consumo de Energía Neta, por subsector de la Industria, para los estratos de tamaño MG y GMP, así como las participaciones de los subsectores en el consumo de cada estrato.

El estrato MG concentra un 72,1% del consumo de Energía Neta del sector, alcanzando 408,0 kTep. En consecuencia, el estrato GMP consume el 27,9% de la Energía Neta del Sector Industrial, o sea 158,1 kTep. Es decir, casi 3/4 del consumo de Energía Neta del Sector Industrial se concentra en 104 establecimientos industriales MG. Esta información se ilustra en el Gráfico 5.5.1.

Gráfico 5.5.1
Sector Industrial
Participación de los Estratos MG y GMP en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



En el Gráfico 5.5.2 se presenta el consumo de energía de los subsectores por estrato. Los Subsectores Vidrio y Otras Manufactureras no tienen establecimientos que pertenezcan al estrato MG. A su vez, los subsectores con los menores consumos de Energía Neta en el estrato MG son Maquinarias y Equipos con un 0,4% de participación y Caucho y Plástico con un 0,7%.

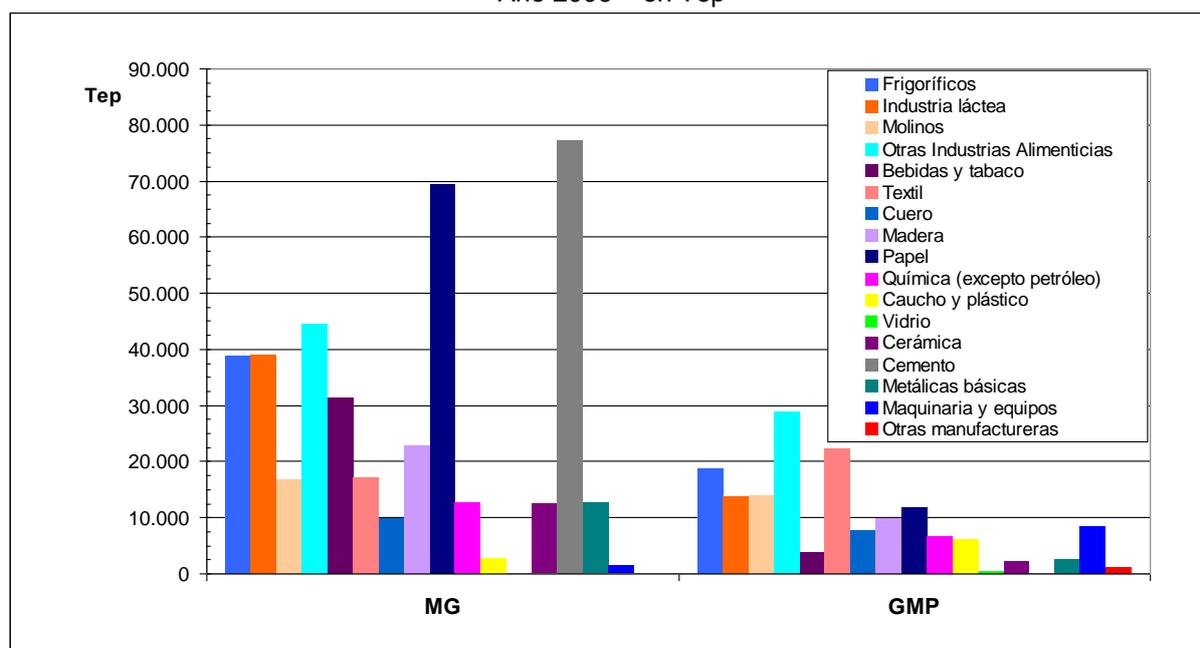
Por su parte, en el estrato GMP los subsectores con menores consumos de energía son: Cemento con un 0,04% de participación en el estrato GMP (subsector que corresponde casi en su totalidad a MG), Vidrio con un 0,3% y Otras Manufactureras con 0,7%.

Cuadro 5.5.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta por Subsector y Estratos MG y GMP
Participación de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			%	
	MG	GMP	Total	MG	GMP
Frigoríficos	38.727	18.704	57.432	9,5	11,8
Industria láctea	38.910	13.769	52.679	9,5	8,7
Molinos	16.669	13.944	30.613	4,1	8,8
Otras Industrias Alimenticias	44.455	28.839	73.295	10,9	18,2
Bebidas y tabaco	31.229	3.671	34.900	7,7	2,3
Textil	17.080	22.311	39.391	4,2	14,1
Cuero	9.795	7.779	17.573	2,4	4,9
Madera	22.801	9.866	32.667	5,6	6,2
Papel	69.230	11.747	80.977	17,0	7,4
Química (excepto petróleo)	12.576	6.724	19.300	3,1	4,3
Caucho y plástico	2.742	6.084	8.825	0,7	3,8
Vidrio		480	480	0,0	0,3
Cerámica	12.411	2.091	14.502	3,0	1,3
Cemento	77.223	56	77.280	18,9	0,04
Metálicas básicas	12.679	2.482	15.161	3,1	1,6
Maquinaria y equipos	1.450	8.432	9.881	0,4	5,3
Otras manufactureras		1.117	1.117	0,0	0,7
Total	407.978	158.096	566.074	100	100
Total, %	72,1	27,9	100		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5.2
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep



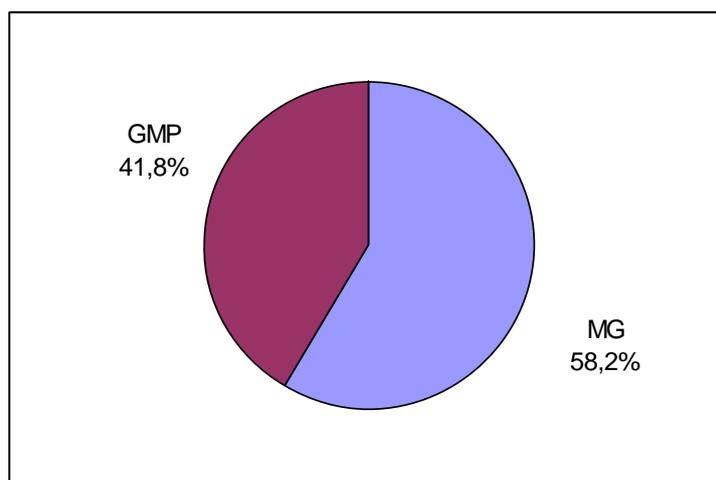
En el estrato MG, 2/3 del consumo del estrato se explica por la demanda de los siguientes subsectores: Cemento con un 18,9% de participación, Papel con 17,0%, Otras Industrias Alimenticias con 10,9%, Industria Láctea y Frigoríficos con 9,5% cada uno, coincidiendo con los subsectores que concentran el consumo de Energía Neta del Sector Industrias.

A diferencia del estrato MG, la totalidad de los subsectores tienen participación en el estrato GMP. A su vez, tres de los principales consumidores de Energía Neta del estrato lo son también del total del Sector Industrial, la excepción son los Subsectores Textil y Molinos que están entre los 5 principales consumidores de energía sólo en el estrato GMP. Es así como en el consumo del estrato GMP se concentra en: Otras Industrias Alimenticias con un 18,2% de participación, Textil con 14,1%, Frigoríficos con 11,8%, Molinos con 8,8% y la Industria Láctea con 8,7%.

Consumo de Electricidad por Subsector y Estrato de Tamaño

El Cuadro 5.5.2 presenta el consumo de Electricidad en el Sector Industrial para los estratos de tamaño MG y GMP, por subsector y las participaciones de los subsectores en el consumo de cada estrato. El consumo de Electricidad del Sector Industrial es de 150,1 kTep, con una participación del 26,5% en el consumo de Energía Neta del sector. El Gráfico 5.5.3 ilustra la distribución del consumo de Electricidad por estratos, pudiéndose apreciar que el estrato MG concentra el 58,2% del consumo de Electricidad y el GMP el 41,8% restante.

Gráfico 5.5.3
Sector Industrial
Participación de los Estratos MG y GMP en el Consumo de Electricidad
Año 2006 – en %



Todos los subsectores consumen Electricidad. No obstante esto, hay que recordar que los Subsectores Vidrio y Otras Manufactureras no tienen participación alguna en el estrato MG, por ende, tampoco en la Electricidad del estrato MG.

Los subsectores con los menores consumos de Electricidad en el estrato MG son Maquinarias y Equipos, Madera y Cerámica; entre los menores consumidores de Electricidad en el estrato GMP están Cerámica, Vidrio y Metálicas Básicas.

En el Gráfico 5.5.4 se representa el consumo de Electricidad de los subsectores en cada estrato. Este gráfico y los de las demás fuentes principales se elaboraron con la misma

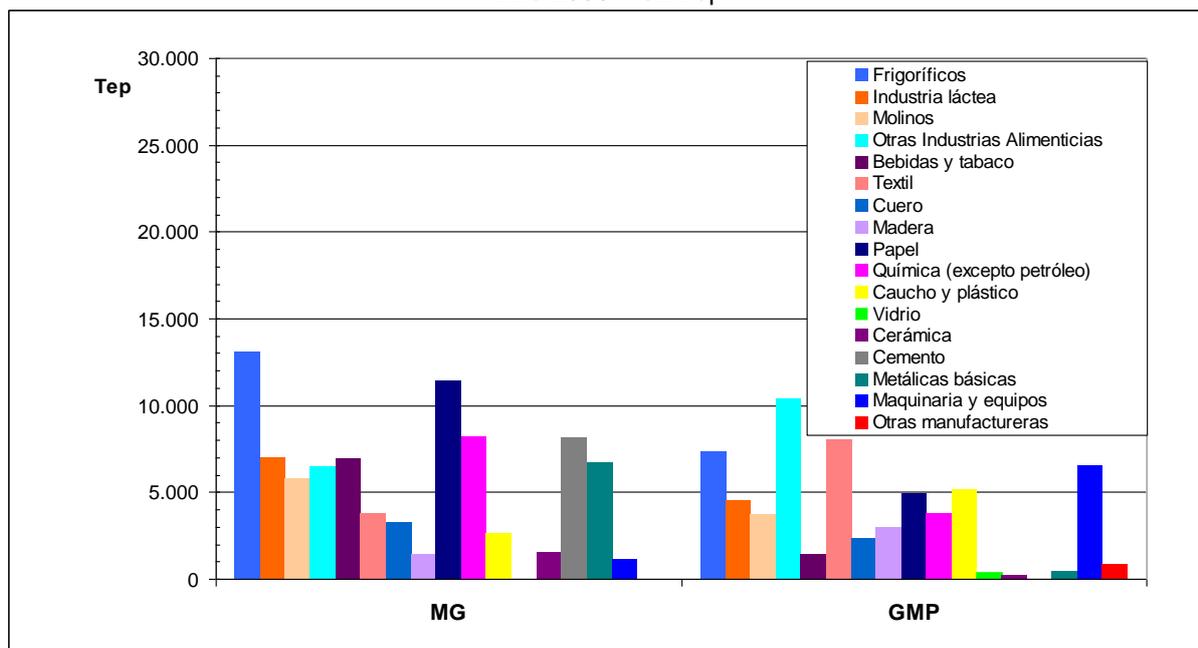
escala, en Tep, para apreciar de mejor manera las diferencias en su consumo por estrato y subsector.

Cuadro 5.5.2
Sector Industrial
Consumo de Electricidad por Subsector y Estrato de Tamaño MG y GMP
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			%	
	MG	GMP	Total	MG	GMP
Frigoríficos	13.120	7.280	20.400	15,0	11,6
Industria láctea	6.967	4.527	11.494	8,0	7,2
Molinos	5.799	3.718	9.517	6,6	5,9
Otras Industrias Alimenticias	6.456	10.331	16.789	7,4	16,5
Bebidas y tabaco	6.935	1.371	8.305	7,9	2,2
Textil	3.769	8.015	11.784	4,3	12,8
Cuero	3.267	2.331	5.598	3,7	3,7
Madera	1.368	2.962	4.331	1,6	4,7
Papel	11.368	4.885	16.253	13,0	7,8
Química (excepto petróleo)	8.203	3.744	11.946	9,4	6,0
Caucho y plástico	2.609	5.168	7.777	3,0	8,2
Vidrio		396	396	0,0	0,6
Cerámica	1.523	175	1.699	1,7	0,3
Cemento	8.138	16	8.154	9,3	0,0
Metálicas básicas	6.703	414	7.117	7,7	0,7
Maquinaria y equipos	1.123	6.551	7.675	1,3	10,4
Otras manufactureras		817	817	0,0	1,3
Total	87.348	62.702	150.051	100	100
Total, %	58,2	41,8	100		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5.4
Sector Industrial
Consumo de Electricidad de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep



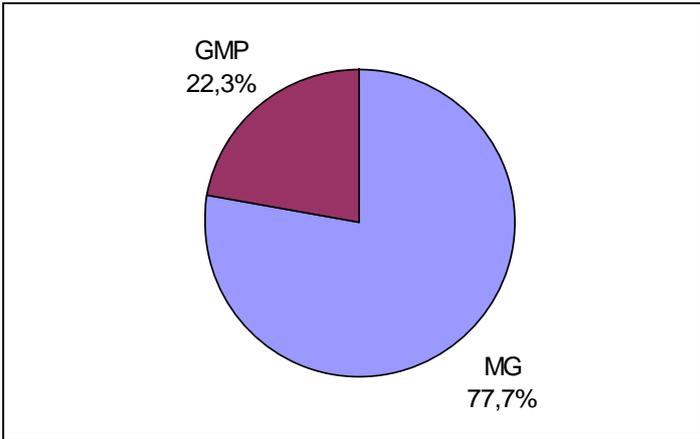
En el estrato MG, entre los cinco principales subsectores consumidores de Electricidad están cuatro de los principales a nivel global en el Sector industrial: Frigoríficos con un 15,0% de participación, Papel con 13,0%, Química (excepto petróleo) con un 9,4%, Cemento con 9,3% y la Industria Láctea con 8,0%. En estos cinco subsectores se concentra el 54,7% del consumo de Electricidad del estrato MG.

En el estrato GMP, entre los cinco principales subsectores consumidores de Electricidad sólo figuran dos de los principales de todo el Sector industrial: Otras Industrias Alimenticias con un 16,5% de participación, Textil con 12,8%, Frigoríficos con 11,6%, Maquinarias y Equipos con 10,4% y Caucho y Plástico con 8,2%. En estos cinco subsectores se concentra el 59,6% del consumo de Electricidad del estrato GMP.

Consumo de Leña por Subsector y Estrato de Tamaño

La Leña es la principal Fuente de Energía del Sector Industrial, alcanzando un consumo de 152,7 kTep, con una participación del 27,0% en el consumo de Energía Neta del sector. En el Cuadro 5.5.3 se presenta el consumo de Leña en el Sector Industrial por subsector para los estratos MG y GMP, y la participación de los subsectores en el consumo de cada estrato. Esta información se ilustra en el Gráfico 5.5.5.

Gráfico 5.5.5
Sector Industrial
Participación de los Estratos MG y GMP en el Consumo de Leña
Año 2006 – en %



El 77,7% del consumo de Leña del sector, 118,6 kTep, se concentra en el estrato MG. En el estrato GMP sólo se consume el 22,3% del Leña del Sector Industrial, 34,1 kTep.

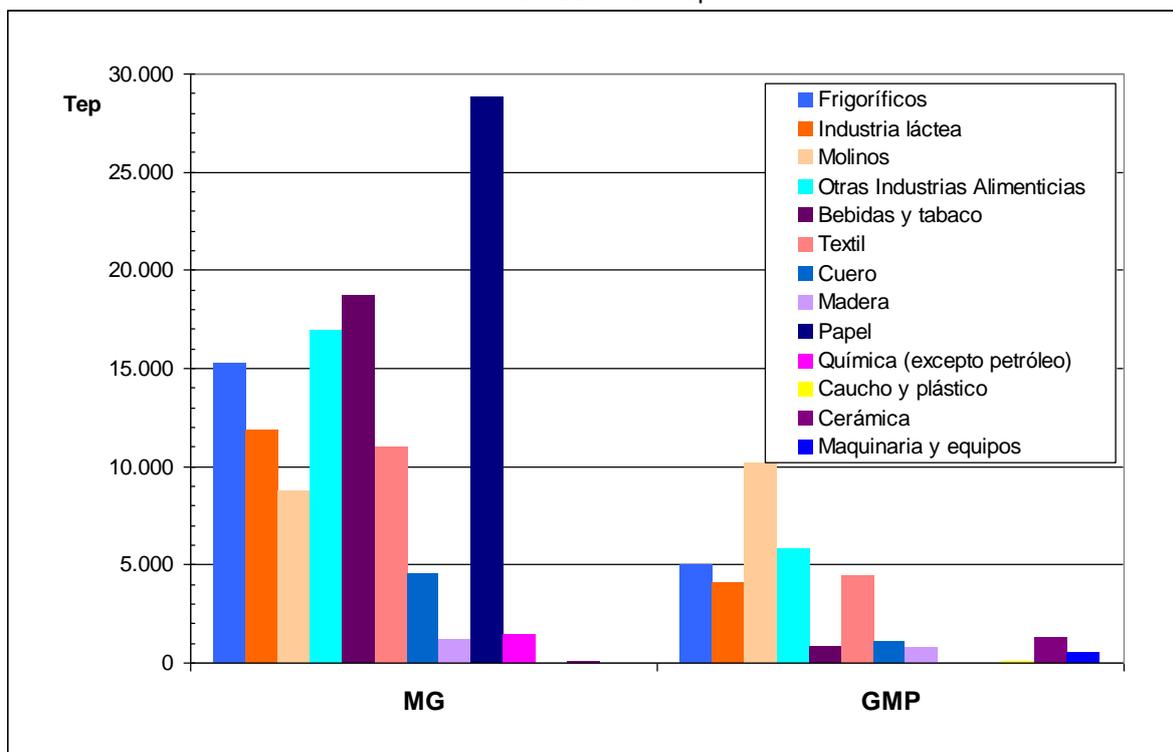
En el Gráfico 5.5.6 se representa el consumo de Leña de los subsectores en cada estrato. Cuatro subsectores no utilizan Leña como fuente de energía: Vidrio, Cemento, Metálica Básicas y Otras Manufactureras, por lo que no se incluyeron en el Gráfico 5.5.6.

Cuadro 5.5.3
Sector Industrial
Consumo de Leña por Subsector y Estrato de Tamaño MG y GMP
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			%	
	MG	GMP	Total	MG	GMP
Frigoríficos	15.277	5.018	20.295	12,9	14,7
Industria láctea	11.861	4.110	15.971	10,0	12,1
Molinos	8.707	10.169	18.876	7,3	29,8
Otras Industrias Alimenticias	16.969	5.814	22.784	14,3	17,0
Bebidas y tabaco	18.701	856	19.557	15,8	2,5
Textil	11.039	4.403	15.443	9,3	12,9
Cuero	4.590	1.104	5.694	3,9	3,2
Madera	1.178	779	1.957	1,0	2,3
Papel	28.801		28.801	24,3	0,0
Química (excepto petróleo)	1.444		1.444	1,2	0,0
Caucho y plástico		78	78	0,0	0,2
Vidrio					
Cerámica	55	1.275	1.329	0,05	3,7
Cemento					
Metálicas básicas					
Maquinaria y equipos		494	494	0,0	1,4
Otras manufactureras					
Total	118.622	34.102	152.723	100	100
Total, %	77,7	22,3	100		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5.6
Sector Industrial
Consumo de Leña de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep



Los Subsectores Caucho y Plástico, Vidrio, Cemento, Metálicas Básicas, Maquinarias y Equipos y Otras Manufactureras no tienen participación alguna en el consumo de Leña en el estrato MG. Los subsectores con los menores consumos de Leña en el estrato MG son Cerámica con un 0,05% de participación y Madera con un 1,0%.

A su vez, los Subsectores Papel y Química (excepto petróleo), Vidrio, Cemento, Metálicas Básicas y Otras Manufactureras no tienen participación en el consumo de Leña del estrato GMP. Entre los menores consumidores de Leña en el estrato GMP están: Caucho y Plástico con un 0,2% de participación en el estrato GMP y Maquinarias y Equipos con un 1,4%.

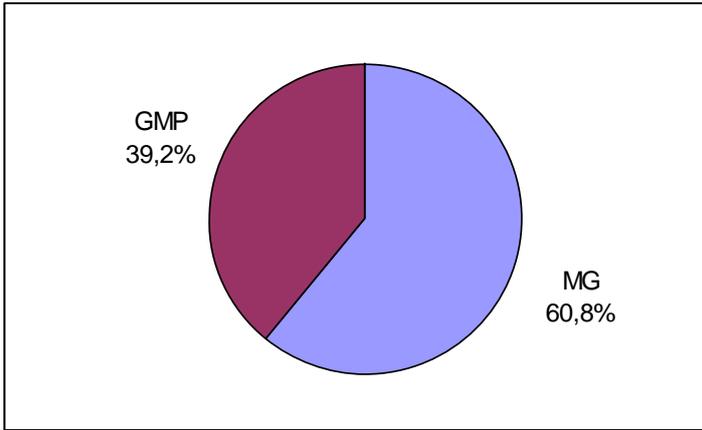
En el estrato MG, entre los cinco principales subsectores consumidores de Leña están cuatro de los principales a nivel global en el Sector industrial: Papel con un 24,3% de participación, Bebidas y Tabaco (no está en los principales a nivel global) con un 15,8%, Otras Industrias Alimenticias con 14,3%, Frigoríficos con 12,9% y la Industria Láctea con 10,0%. En estos cinco subsectores se concentra el 77,2% del consumo de Leña del estrato MG.

En el estrato GMP, los principales subsectores consumidores de Leña incluyen tres de los principales consumidores de todo el Sector Industrial y dos no principales (Molinos y Textil): Molinos con un 29,8% de participación, Otras Industrias Alimenticias con 17,0%, Frigoríficos con 14,7%, Textil con 12,9% y la Industria Láctea con 12,1%. En estos cinco subsectores se concentra el 86,6% del consumo de Leña del estrato GMP.

Consumo de Fuel Oil por Subsector y Estrato de Tamaño

El Fuel Oil es la tercer principal Fuente de Energía del Sector Industrial, alcanzando un consumo de 83,1 kTep, con una participación del 14,7% en el consumo de Energía Neta del sector. En el Cuadro 5.5.4 se presenta el consumo de Fuel Oil en el Sector Industrial por subsector para los estratos MG y GMP, y la participación de los subsectores en el consumo de cada estrato. Esta información se ilustra en el Gráfico 5.5.7.

Gráfico 5.5.7
Sector Industrial
Participación de los Estratos MG y GMP en el Consumo de Fuel Oil
Año 2006 – en %



El 60,8% del consumo de Fuel Oil del sector, 50,6 kTep, se concentra en el estrato MG. En el estrato GMP sólo se consume el 39,2% del Fuel Oil del Sector Industrial, es decir 32,5 kTep.

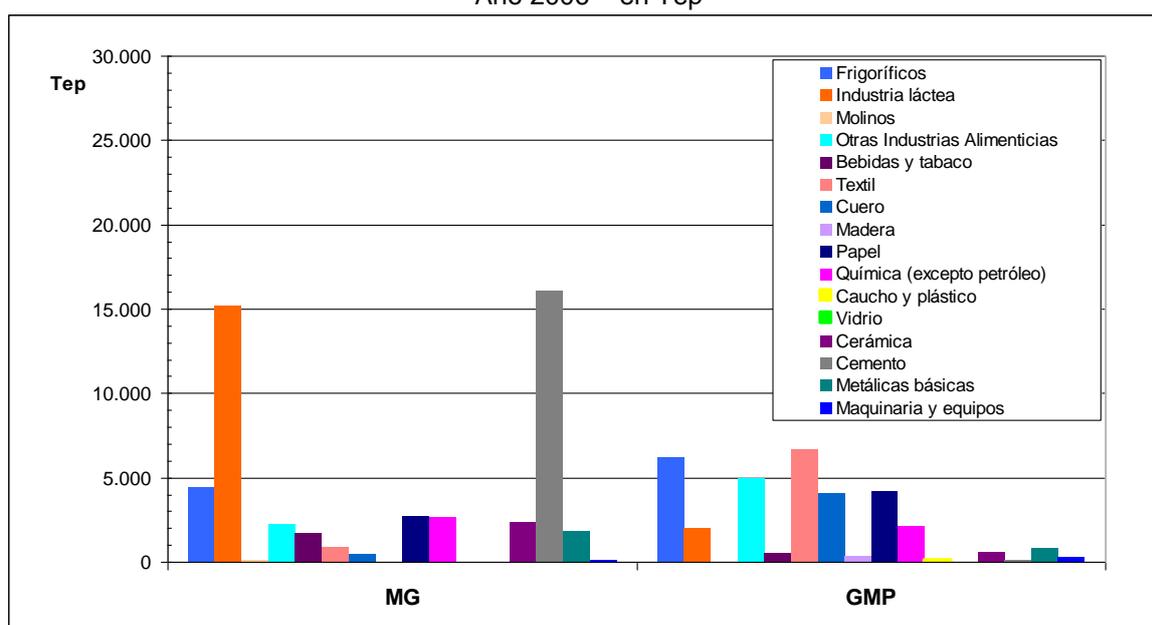
En el Gráfico 5.5.8 se representa el consumo de Fuel Oil de los subsectores por estrato. Sólo un subsector no utiliza Fuel Oil como fuente de energía: Otras Manufactureras, por lo que no se incluyó en el Gráfico 5.5.8.

Cuadro 5.5.4
Sector Industrial
Consumo de Fuel Oil por Subsector y Estrato de Tamaño MG y GMP
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			%	
	MG	GMP	Total	MG	GMP
Frigoríficos	4.406	6.199	10.605	8,7	19,0
Industria láctea	15.179	1.948	17.127	30,0	6,0
Molinos	89		89	0,2	
Otras Industrias Alimenticias	2.208	4.916	7.124	4,4	15,1
Bebidas y tabaco	1.721	477	2.197	3,4	1,5
Textil	892	6.652	7.544	1,8	20,4
Cuero	411	4.048	4.459	0,8	12,4
Madera		300	300		0,9
Papel	2.681	4.148	6.829	5,3	12,7
Química (excepto petróleo)	2.637	2.105	4.742	5,2	6,5
Caucho y plástico		119	119		0,4
Vidrio		16	16		0,05
Cerámica	2.348	556	2.904	4,6	1,7
Cemento	16.069	32	16.101	31,8	0,1
Metálicas básicas	1.825	799	2.624	3,6	2,5
Maquinaria y equipos	85	234	319	0,2	0,7
Otras manufactureras					
Total	50.552	32.549	83.100	100	100
Total, %	60,8	39,2	100		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5.8
Sector Industrial
Consumo de Fuel Oil de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep



Los Subsectores Madera, Caucho y Plástico, Vidrio y Otras Manufactureras no tienen participación alguna en el consumo de Fuel Oil en el estrato MG. Los subsectores con los menores consumos de Fuel Oil en el estrato MG son Maquinarias y Equipos y Molinos, ambos con un 0,2% de participación.

A su vez, los subsectores Otras Manufactureras y Molinos no tienen participación en el consumo de Fuel Oil del estrato GMP. Entre los menores consumidores de Fuel Oil en el estrato GMP están: Vidrio con un 0,05% de participación y Cemento con un 0,1%.

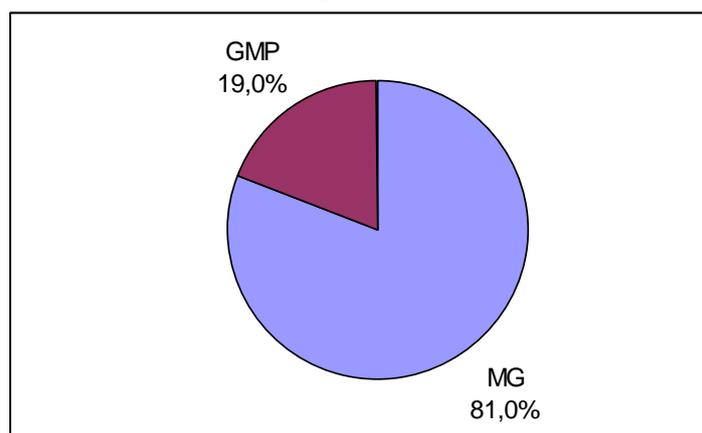
En el estrato MG, entre los siete principales subsectores consumidores de Fuel Oil, están cuatro de los principales a nivel global en el Sector Industrial: Cemento con un 31,8%, la Industria Láctea con un 30,0% de participación, Frigoríficos con un 8,7%, Papel con 5,3%, Química (excepto petróleo) con 5,2%, Cerámica con 4,6% y Otras Industrias Alimenticias con 4,4%. En estos siete subsectores se concentra el 90,1% del consumo de Fuel Oil del estrato MG.

En el estrato GMP, entre los cinco principales subsectores consumidores de Fuel Oil figuran tres de los principales consumidores de todo el Sector Industrial: Textil con 20,4%, Frigoríficos con 19,0%, Otras Industrias Alimenticias con 15,1%, Papel con 12,7% y Cuero con 12,4%. En estos cinco subsectores se concentra el 79,8% del consumo de Fuel Oil del estrato GMP.

Consumo de Gas Natural por Subsector y Estrato de Tamaño

El Gas Natural es la cuarta principal Fuente de Energía del Sector Industrial, alcanzando un consumo de 66,2 kTep, con una participación del 11,7% en el consumo de Energía Neta del sector. En el Cuadro 5.5.5 se presenta el consumo de Gas Natural en el Sector Industrial por subsector para los estratos MG y GMP, y la participación de los subsectores en el consumo de cada estrato. El Gráfico 5.5.9 ilustra la distribución del consumo de Gas Natural entre los estratos MG y GMP.entre .

Gráfico 5.5.9
Sector Industrial
Participación de los Estratos MG y GMP en el Consumo de Gas Natural
Año 2006 – en %



El 81,0% del consumo de Gas Natural del sector, 53,6 kTep, se concentra en el estrato MG, mientras que en el estrato GMP sólo se consume el 19,0% del Gas Natural del Sector Industrial, 12,6 kTep.

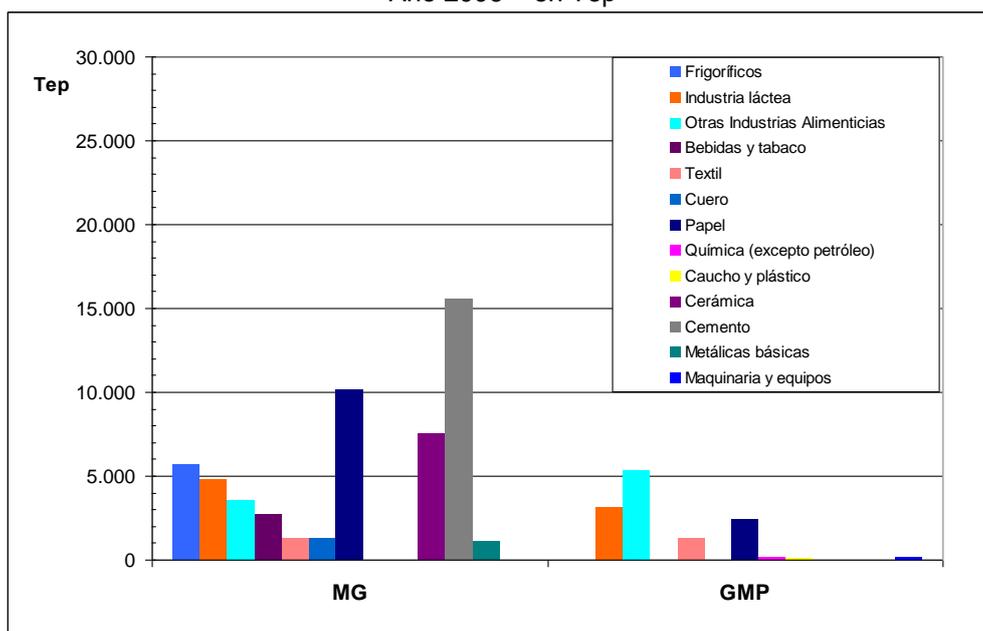
En el Gráfico 5.5.10 se representa el consumo de Gas Natural de los subsectores en cada estrato. Cuatro subsectores no utilizan Gas Natural como fuente de energía: Molinos, Madera, Vidrio y Otras Manufactureras, por lo que no se les incluyó en el Gráfico 5.5.10.

Cuadro 5.5.5
Sector Industrial
Consumo de Gas Natural por Subsector y Estrato de Tamaño MG y GMP
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			%	
	MG	GMP	Total	MG	GMP
Frigoríficos	5.681		5.681	10,6	
Industria láctea	4.804	3.143	7.946	9,0	24,9
Molinos					
Otras Industrias Alimenticias	3.505	5.326	8.831	6,5	42,3
Bebidas y tabaco	2.672	1,5	2.673	5,0	0,01
Textil	1.295	1.303	2.598	2,4	10,3
Cuero	1.311		1.311	2,4	
Madera					
Papel	10.150	2.446	12.596	18,9	19,4
Química (excepto petróleo)		159	159		1,3
Caucho y plástico		58	58		0,5
Vidrio					
Cerámica	7.506		7.506	14,0	
Cemento	15.577		15.577	29,1	
Metálicas básicas	1.096		1.096	2,0	
Maquinaria y equipos		158	158		1,3
Otras manufactureras					
Total	53.597	12.596	66.193	100	100
Total, %	81,0	19,0	100		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5.10
Sector Industrial
Consumo de Gas Natural de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep



Los subsectores Molinos, Madera, Química (excepto petróleo), Caucho y Plástico, Vidrio, Maquinarias y Equipos y Otras Manufactureras no tienen participación alguna en el consumo de Gas Natural en el estrato MG. Los subsectores con los menores consumos de Gas Natural en el estrato MG son Metálicas Básicas con un 2,0% de participación y Textil y Cuero, ambos con un 2,4% de participación.

A su vez, los subsectores que no tienen participación en el consumo de Gas Natural del estrato GMP son: Frigoríficos, Molinos, Cuero, Madera, Vidrio, Cerámica, Cemento, Metálicas Básicas y Otras Manufactureras. Entre los menores consumidores de Gas Natural en el estrato GMP están: Bebidas y Tabaco con un 0,01% de participación y Caucho y Plástico con un 0,5%.

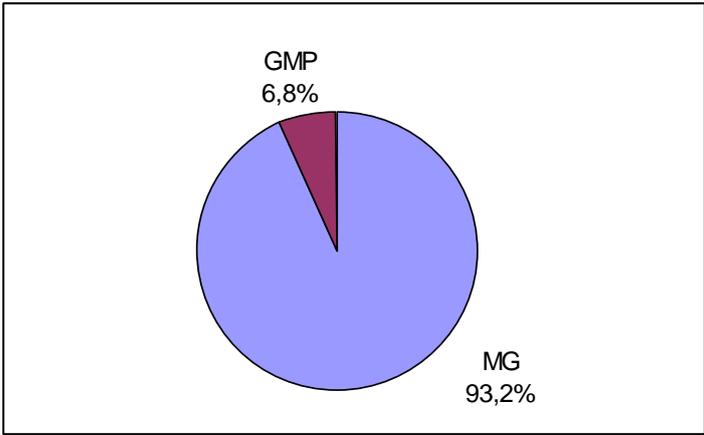
En el estrato MG, entre los cinco principales subsectores consumidores de Gas Natural están cuatro de los principales a nivel global en el Sector industrial: Cemento con un 29,1% de participación, Papel con 18,9%, Cerámica con 14,0%, Frigoríficos con 10,6% y la Industria Láctea con 9,0%. En estos cinco subsectores se concentra el 81,6% del consumo de Gas Natural del estrato MG.

En el estrato GMP, de los cuatro principales subsectores consumidores de Gas Natural, tres de ellos se figuran entre los principales consumidores de todo el Sector industrial: Otras Industrias Alimenticias con 42,3% de participación en el estrato GMP, la Industria Láctea con 24,9%, Papel con 19,4% y Textil con 10,3%. En estos cuatro subsectores se concentra el 97,0% del consumo de Gas Natural del estrato GMP.

Consumo de Residuos de Biomasa por Subsector y Estrato de Tamaño

Los Residuos de Biomasa son, en importancia, la quinta Fuente de Energía del Sector Industrial, alcanzando un consumo de 65,5 kTep, con una participación del 11,6% en el consumo de Energía Neta del sector (levemente inferior al Gas Natural). En el Cuadro 5.5.6 se presenta el consumo de Residuos de Biomasa en el Sector Industrial por subsector para los estratos MG y GMP, y la participación de los subsectores en el consumo de cada estrato. La participación de los estratos MG y GMP se ilustra en el Gráfico 5.5.11.

Gráfico 5.5.11
Sector Industrial
Participación de los Estratos MG y GMP en el Consumo de Residuos de Biomasa
Año 2006 – en %



El 93,2% del consumo de Residuos de Biomasa del sector, 61,0 kTep, se concentra en el estrato MG. En el estrato GMP sólo se consume el 6,8% de los Residuos de Biomasa del Sector Industrial, 4,4 kTep.

Cuadro 5.5.6
Sector Industrial

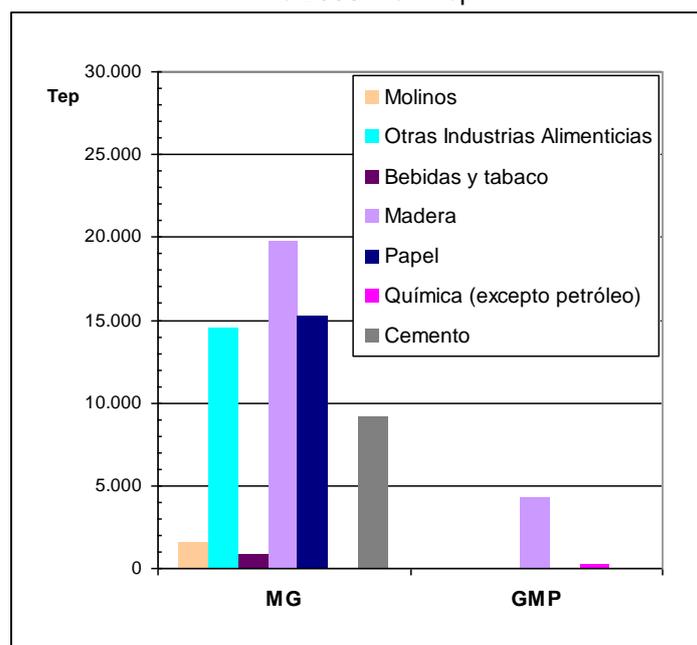
Consumo de Residuos de Biomasa por Subsector y Estrato de Tamaño MG y GMP
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			%	
	MG	GMP	Total	MG	GMP
Frigoríficos					
Industria láctea					
Molinos	1.560		1.560	2,6	
Otras Industrias Alimenticias	14.533		14.533	23,8	
Bebidas y tabaco	783		783	1,3	
Textil					
Cuero					
Madera	19.753	4.302	24.055	32,4	96,8
Papel	15.241		15.241	25,0	
Química (excepto petróleo)		143	143		3,2
Caucho y plástico					
Vidrio					
Cerámica					
Cemento	9.170		9.170	15,0	
Metálicas básicas					
Maquinaria y equipos					
Otras manufactureras					
Total	61.040	4.445	65.485	100	100
Total, %	93,2	6,8	100		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5.12
Sector Industrial

Consumo de Residuos de Biomasa de los Subsectores en los Estratos MG y GMP
Año 2006 – en Tep



En el Gráfico 5.5.12 se representa el consumo de Residuos de Biomasa de los subsectores en cada estrato. Sólo siete subsectores utilizan Residuos de Biomasa como fuente de energía: Molinos, Otras Industrias Alimenticias, Bebidas y Tabaco, Madera, Papel y Cemento.

Los subsectores con los menores consumos de Residuos de Biomasa en el estrato MG son Bebidas y Tabaco con un 1,3% de participación y Molinos con un 2,6% de participación.

En el estrato MG, los tres principales subsectores consumidores de Residuos de Biomasa son: Madera con una participación de 32,4%, Papel con 25,0% y Otras Industrias Alimenticias con 23,8%. En estos tres subsectores se concentra el 81,1% del consumo de Residuos de Biomasa del estrato MG. El consumo de Cemento también es destacable con un 15,0% de participación.

En el estrato GMP, sólo hay dos subsectores consumidores de Residuos de Biomasa: Madera con 96,8% de participación en el estrato GMP y Química (excepto petróleo) con el 3,2% restante de consumo.

5.6. Consumo de Energía Neta por Fuente, Uso, Tipo de Equipo y Antigüedad

Para el Sector Industrial, en su conjunto y por subsectores, se analizará la estructura del consumo de Energía Neta en relación a la antigüedad de los equipos, distinguiendo dicha antigüedad para los distintos Usos de la energía y para tipos de equipos en los Usos energéticos más importantes. No se analizan los consumos de Energía Útil ni los rendimientos según la antigüedad de los equipos, porque en la estimación de rendimientos no se tomó en cuenta la variable antigüedad.

En la encuesta se definieron rangos de antigüedad de los equipos en intervalos de 5 años hasta los 50 años de antigüedad, luego un intervalo 51-60 años y finalmente más de 60 años. No obstante, desde una perspectiva de política pública de eficiencia energética no se justifica un desglose tan detallado. Los rangos de edad que se consideraron en este análisis fueron los siguientes: 0-20, 21-40 y más de 40 años.

5.6.1. Consumo de Energía Neta por Usos según Antigüedad de Equipos

En los cuadros que se presentan más adelante, en la columna “Antigüedad NO Definida” se presentan los consumos de Energía Neta de los Usos Iluminación y Usos No Productivos, porque en ambos no se preguntó la antigüedad de los equipos. En Iluminación no tiene sentido la antigüedad, dada la reducida vida útil de las lámparas. En la columna “Antigüedad NO Informada” se presentan los consumos de los equipos cuya antigüedad no se informó en la encuesta, a pesar de haberse preguntado. En la última columna y fila del cuadro se presentan los porcentajes correspondientes a los totales.

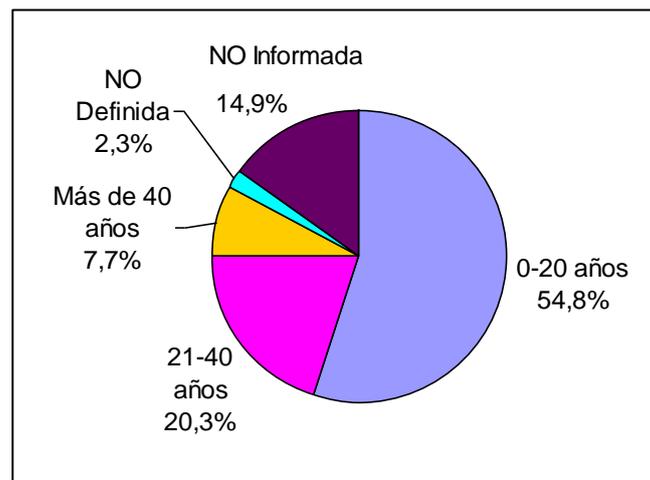
En el Cuadro 5.6.1.1 se presentan los consumos de Energía Neta por usos según la antigüedad de sus equipos en todo el Sector Industrial. El consumo de energía se concentra en su mayoría en los equipos con antigüedad en el rango 0-20 años, con 310,4 kTep equivalentes al 54,8% del consumo del Sector Industrial; los equipos de antigüedad entre 21-40 años representan el 20,3% del consumo (114,7 kTep); los equipos con más de 40 años de antigüedad concentran el 7,7% del consumo de Energía Neta (43,5 kTep). Por último, los equipos con antigüedad no informada concentran el 14,9% del consumo del Sector Industrial (84,5 kTep). Estos resultados porcentuales se ilustran en el Gráfico 5.6.1.1.

Cuadro 5.6.1.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta por Usos según Antigüedad
Año 2006 – Tep y %

Usos	0-20 años	21-40 años	Más de 40 años	Antigüedad NO Definida	Antigüedad NO Informada	TOTAL	TOTAL Porcentaje
Iluminación				7.646		7.646	1,4%
Generación de Vapor	116.060	70.375	13.166		14.120	213.720	37,8%
Cogeneración de Vapor		8.143	3.243		25.577	36.963	6,5%
Otras Calderas	15.081	618			125	15.824	2,8%
Calor Directo	92.401	23.994	22.687		4.940	144.022	25,4%
Fuerza Motriz	54.076	7.805	3.318		35.387	100.587	17,8%
Frío de Proceso	20.479	2.990	1.021		3.263	27.753	4,9%
Transporte Interno	7.597	591	33		1.116	9.337	1,6%
Electroquímicos	4.663	140	2			4.806	0,8%
Usos No Productivos				5.416		5.416	1,0%
TOTAL	310.357	114.657	43.470	13.062	84.527	566.074	100,0%
TOTAL Porcentaje	54,8%	20,3%	7,7%	2,3%	14,9%	100%	

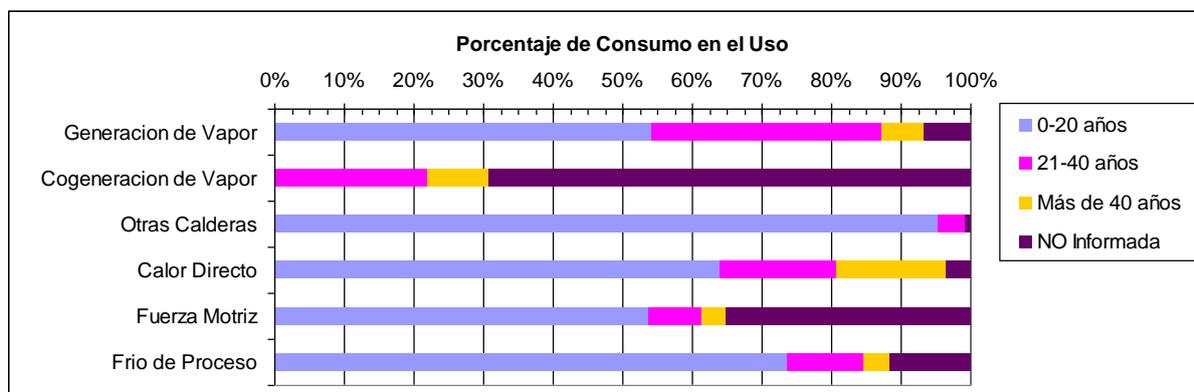
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.6.1.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta según Antigüedad
Año 2006 – en %



El Gráfico 5.6.1.2 ilustra, para los Usos más importantes, la participación en el consumo de Energía Neta de sus equipos según su antigüedad; además, se incluyó en el gráfico el Uso Otras Calderas. Los consumos de Energía Neta de estos Usos son: Generación de Vapor 213,7 kTep, Calor Directo 144,0 kTep, Fuerza Motriz 100,6 kTep, Cogeneración de Vapor 37,0 kTep, Frío de Proceso 27,8 kTep y Otras Calderas 15,8 kTep.

Gráfico 5.6.1.2
Sector Industrial
Distribución del Consumo de Energía Neta en los Usos Importantes según Antigüedad
Año 2006 – en %



De los 6 usos presentados en el gráfico anterior, sólo la Cogeneración de Vapor no tiene equipos cuya antigüedad informada se encuentre en el rango de antigüedad a 0-20 años. En el caso de la Cogeneración, no se obtuvo información de edad de los equipos que son responsables de aproximadamente el 70% de su consumo de Energía Neta (25,6 kTep). Esta situación invalida cualquier análisis respecto de la antigüedad del parque de equipos de Cogeneración de Vapor.

En Fuerza Motriz, el consumo de los equipos con antigüedad desconocida también es importante, concentrando aproximadamente el 35% de su consumo (35,4 kTep), ello se explica por la enorme cantidad de motores que utilizan las empresas, lo que dificulta el mantener información estadística respecto de la edad de éstos.

En los 5 usos distintos de la Cogeneración de Vapor, los equipos de antigüedad 0-20 años superan el 50% del consumo de Energía Neta de cada uso; en Otras Calderas representan aproximadamente el 95%. Por el contrario, los equipos cuya edad se encuentra en el rango 21-40 años, representan un porcentaje reducido del consumo de cada uso, a la excepción de la Generación de Vapor en que los equipos correspondientes a este rango de edad representan aproximadamente el 33% de su consumo (70,4 kTep) y en Cogeneración de Vapor superan el 20% (8,1 kTep); en Calor Directo los equipos superan el 15% de su consumo (24,0 kTep), en Fuerza Motriz, Otras Calderas y Frío de Proceso el consumo de los equipos de 21-40 años de antigüedad es menos del 10% del consumo en cada uso.

Los equipos más antiguos (más de 40 años) son relativamente importantes en tres usos: en el Calor Directo superan el 15% de su consumo de Energía Neta (22,7 kTep); en Generación de Vapor, representan más del 6% del de su consumo (13,2 kTep); por último, en el caso de la Cogeneración de Vapor, tales equipos consumen casi el 9% del consumo de este Uso (3,2 kTep).

5.6.2. Consumo de Energía Neta en los principales usos, por tipo de equipo según su Antigüedad

Para efectos de este análisis, los tipos de equipos se definieron en función de diferencias técnicas que tengan alguna relación con su rendimiento y por ende, con las políticas energéticas que pudiesen surgir posteriores a este estudio.

Dada la mayor especificidad de este análisis de consumos de Energía Neta según antigüedad en cada uso importante, se distinguen más rangos de antigüedad que en la sección anterior.

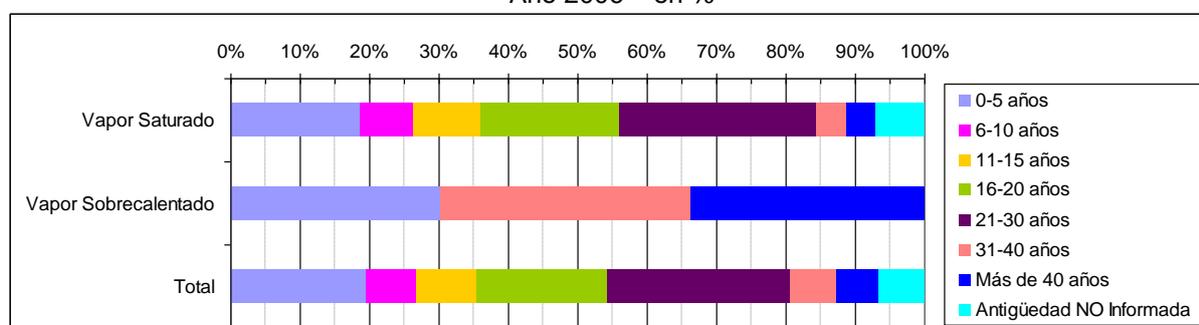
Uso: Generación de Vapor

En Generación de Vapor se definieron dos tipos de equipos o tipos de calderas: Vapor Saturado y Vapor Sobrecalentado. Las calderas de vapor saturado pueden ser humotubulares o acuotubulares, según las características de la demandas de vapor de los procesos a los que dan suministro. Las calderas de vapor sobrecalentado son prácticamente todas acuotubulares.

La mayor diferencia entre estos dos tipos caldera es su uso: comúnmente el vapor saturado se usa sólo como fuente de calor de proceso y también se usa para mover turbinas de vapor saturado (turbinas pequeñas de una etapa de expansión); el vapor sobrecalentado se usa normalmente en cogeneración industrial, tanto como fuente de fuerza motriz en turbinas de vapor (de contrapresión o de condensación con extracciones de vapor) y como fuente de calor. Sin embargo, es común que estas calderas de vapor sobrecalentado, por momentos sucesivos, suministren vapor directamente a los procesos, para responder adecuadamente a las demandas de energía, sin pasar por la turbina de vapor, es decir, sin cogeneración⁵; por lo tanto, el consumo de Energía Neta asociado a esas condiciones de operación momentáneas corresponde al uso Generación de Vapor.

En el Cuadro 5.6.2.1 se presentan los resultados obtenidos para los tipos de caldera definidos según antigüedad. El consumo de Energía Neta en Generación de Vapor es de 213,7 kTep, el 93% del consumo se produce en calderas de vapor saturado y el 7% restante en calderas de vapor sobrecalentado. En el gráfico siguiente se presenta, para los dos tipos de caldera definidos, como se distribuye su consumo en los distintos rangos de antigüedad.

Gráfico 5.6.2.1
Sector Industrial
Distribución del Consumo de Energía Neta por Tipo de Caldera según Antigüedad
Año 2006 – en %



⁵ En esos casos el vapor sobrecalentado pasa por un atemperador.

Cuadro 5.6.2.1
Sector Industrial
Uso: Generación de Vapor
Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo según Antigüedad
Año 2006 – en Tep

Tipo de Equipo	0-5 años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	21-30 Años	31-40 años	Más de 40 años	Antigüedad NO Informada	TOTAL	TOTAL Porcentaje
Vapor Saturado	37.043	15.478	19.022	39.999	56.452	8.524	8.138	14.120	198.776	93%
Vapor Sobrecalentado	4.517					5.399	5.028		14.944	7%
TOTAL	41.561	15.478	19.022	39.999	56.452	13.923	13.166	14.120	213.720	100%
TOTAL Porcentaje	19,4%	7,2%	8,9%	18,7%	26,4%	6,5%	6,2%	6,6%	100%	

Fuente: Elaboración propia

Nota: Conviene recordar que las principales fuentes de energía utilizadas en Generación de Vapor son: Leña con un 48,7% de participación, Fuel Oil con 25,2%, Residuos de Biomasa con 15,8% y Gas Natural con 9,3%.

Observando el total en el gráfico anterior, se aprecia que el mayor consumo de Energía Neta en Generación de Vapor está en equipos en el rango de antigüedad 21-30 años, concentrándose allí el 26,4% del consumo (56,5 kTep), básicamente calderas de vapor saturado. Luego le siguen los equipos de antigüedad 0-5 años con el 19,4% del consumo, incluyendo tanto calderas de vapor saturado como de vapor sobrecalentado. El tercer lugar en consumo de Energía Neta lo ocupan las calderas de antigüedad 16-20 años con el 18,7% del consumo, sólo calderas de vapor saturado.

Observando los tipos de caldera en el gráfico anterior, se aprecia que en las calderas de vapor saturado (198,8 kTep de consumo), prácticamente el 85% de la Energía Neta se consume en equipos de menos de 30 años de antigüedad. Por el contrario, en el caso de las calderas de vapor sobrecalentado (14,9 kTep de consumo), la mayor parte de su consumo está en los equipos de más de 30 años de antigüedad, más del 70% del consumo de las calderas de este tipo. El resto de las calderas de vapor sobrecalentado tienen menos de 5 años de antigüedad.

En los equipos con más de 30 años de antigüedad (incluyendo los rangos 31-40 años y más de 40 años), también hay calderas de vapor saturado; en ellas se concentra el 8,4% del consumo de este tipo de calderas.

Uso: Cogeneración de Vapor

La Cogeneración de Vapor corresponde a la fracción térmica de la Cogeneración, pudiendo estar ligada a Cogeneración de Electricidad y a Cogeneración de Fuerza Motriz con turbinas de vapor (T-V) a contrapresión. Este hecho motivó a definir dos tipos de equipos en Cogeneración de Vapor: Turbinas de vapor a contrapresión generador eléctrico y turbina de vapor a contrapresión fuerza motriz.

En el Cuadro 5.6.2.2 se presentan los resultados obtenidos para los tipos de Cogeneración de Vapor definidos según antigüedad. Las fuentes de energía utilizadas en Cogeneración de Vapor son cuatro: Residuos de Biomasa con un 55,5% de participación, Leña con un 25,1%, Gas Natural con 15,5% y Fuel Oil con 3,8%.

Cuadro 5.6.2.2
Sector Industrial
Uso: Cogeneración de Vapor
Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo según Antigüedad
Año 2006 – en Tep

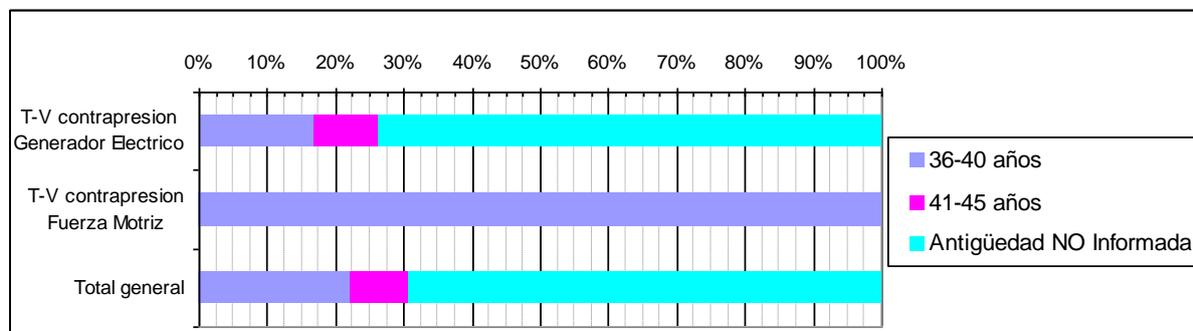
Tipo de Equipo	36-40	41-45	Antigüedad NO Informada	TOTAL	TOTAL Porcentaje
T-V contrapresión Generador Eléctrico	5.894	3.243	25.577	34.713	93,9%
T-V contrapresión Fuerza Motriz	2.249			2.249	6,1%
TOTAL	8.143	3.243	25.577	36.963	100%
TOTAL Porcentaje	22,0%	8,8%	69,2%	100%	

Fuente: Elaboración propia

El consumo de Energía Neta en Cogeneración de Vapor es de 37,0 kTep (6,5% de participación en el sector); el 93,9% del consumo se produce en turbinas de generación eléctrica y el 6,1% restante en turbinas de fuerza motriz. En general, las turbinas de generación eléctrica son de mayor tamaño que las de fuerza motriz, ya que la cogeneración de electricidad en la industria es más rentable al ser de mayor tamaño los equipos, en cambio, la fuerza motriz con turbinas es conveniente en situaciones muy particulares.

En el gráfico siguiente se presenta, para los dos tipos de Cogeneración de Vapor definidos y el total, cómo se distribuye su consumo en los distintos rangos de antigüedad de este Uso.

Gráfico 5.6.2.2
Sector Industrial
Distribución del Consumo de Energía Neta por Tipo de Turbina de Cogeneración de Vapor según Antigüedad
Año 2006 – en %



Lamentablemente, casi el 70% del consumo en Cogeneración de Vapor está en equipos cuya antigüedad no se informó. Todas las turbinas con antigüedad informada son bastante antiguas, más de 36 años. Lo más probable es que las turbinas con antigüedad no informada sean también antiguas.

Todas las turbinas de fuerza motriz tienen una antigüedad en el rango 36-40 años. El consumo de estas turbinas en la Cogeneración de Vapor, 2,2 kTep, representa el 6,1% del consumo total en Cogeneración de Vapor.

En las turbinas de generación eléctrica con antigüedad informada, en el rango 36-40 años de antigüedad se consumen 5,9 kTep, el 15,9% de todo el consumo en Cogeneración de Vapor, en el rango 41-45 años se consumen 3,2 kTep, el 8,8% del consumo de este Uso. La antigüedad de estos equipos puede explicarse porque históricamente la cogeneración industrial era una práctica relativamente habitual en la industria, antes de la proliferación de las grandes centrales de generación de electricidad.

Uso: Calor Directo

En Calor Directo, se definieron cinco tipos de hornos según los procesos desarrollados en los mismos. Aquellos procesos puntuales o casos particulares se agruparon en el tipo "Otros procesos", e incluyen por ejemplo: calcinado, curvado, vulcanizado, termoformado, etc. Los casos (en blanco) en los cuadros siguientes no informaron el proceso.

Cabe recordar que las fuentes de energía utilizadas en el Uso Calor Directo son doce, sin embargo las importantes son sólo seis: Gas Natural con un 26,2% de participación, Leña con un 21,3%, Carbón Residual del Petróleo con 19,6%, Fuel Oil con 16,7%, Residuos de Biomasa con 7,6% y Electricidad con un 4,4%. En estas fuentes se concentra el 95,6% del consumo de este Uso.

En el Cuadro 5.6.2.3 se presentan los resultados obtenidos para los tipos de hornos definidos según antigüedad.

Cuadro 5.6.2.3
Sector Industrial
Uso: Calor Directo

Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo según Antigüedad

Año 2006 – en Tep

Tipo de Equipo	0-5 años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	21-30 años	31-40 años	Más de 40 años	Antigüedad NO Informada	TOTAL	TOTAL Porcentaje
Calentamiento	27	2.935		855		302	102	706	4.927	3%
Cocción	467	1.759	5.929	1.549	2.560	983	21.049	488	34.784	24%
Fusión	4.942	12	70	84	235		128	5	5.477	4%
Secado	14.061	8.708	6.332	9.180	3.750	307	1	2.580	44.919	31%
Tratamiento térmico	113	438	68	393	921	388	121	27	2.469	2%
Otros procesos	62	435	33	11	72	13	1.286	206	2.117	1%
(en blanco)	48	18	33.872		11.039	3.424		928	49.329	34%
TOTAL	19.721	14.304	46.303	12.072	18.577	5.417	22.687	4.940	144.022	100%
TOTAL Porcentaje	13,7%	9,9%	32,2%	8,4%	12,9%	3,8%	15,8%	3,4%	100%	

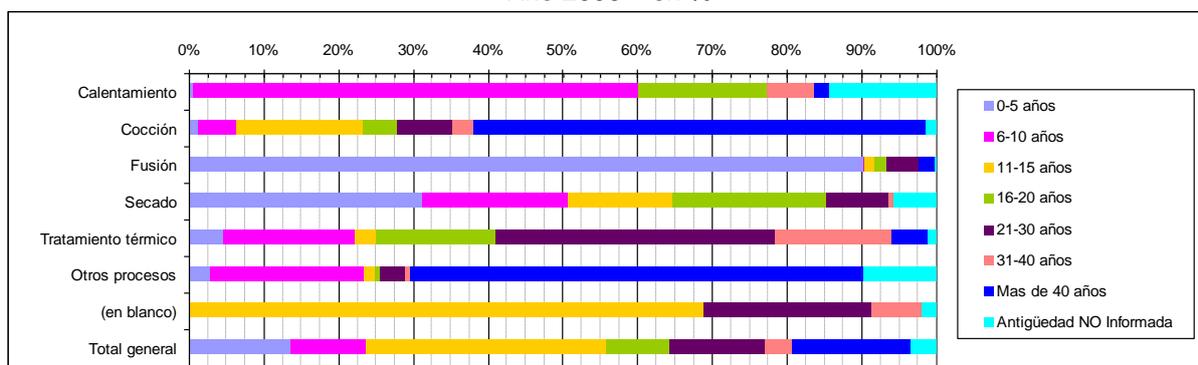
Fuente: Elaboración propia

El consumo de Energía Neta en Calor Directo es de 144,0 kTep, constituyendo el 25,4% del consumo del Sector Industrial. Lamentablemente el consumo en hornos que no informaron el proceso desarrollado (tipo de equipo = en blanco) representa el 34% del consumo en Calor Directo. En hornos de Secado está el 31% del consumo, en Cocción el 24%, en Fusión el 4%, en Calentamiento el 3%, en Tratamientos térmicos el 2% y finalmente en Otros procesos el 1%.

Desde la perspectiva de la antigüedad de todos los equipos de Calor Directo, sólo el 3,4% de los equipos de Calor Directo no informó antigüedad. Los hornos que suman el mayor consumo de Energía Neta están en el rango de antigüedad 11-15 años, consumen 46,3 kTep que representan el 32,2% del consumo de este Uso, fuertemente concentrado en los equipos sin proceso informado (33,9 kTep). En segundo lugar están los equipos de más de 40 años, con 22,7 kTep y un 15,8% de participación, consumo muy concentrado en los hornos de cocción (21,0 kTep). En tercer lugar están los hornos de 0-5 años de antigüedad, con 19,7 kTep y un 13,7% de participación, de los cuales aproximadamente 3/4 corresponden a hornos de secado (14,1 kTep) y 1/4 a hornos de Fusión (4,9 kTep). Con un consumo similar están los hornos de 21-30 años de antigüedad, son 18,6 kTep con un 12,9% de participación; son en su mayoría hornos sin proceso informado (11,0 kTep) y hornos de secado (3,8 kTep) y de cocción (2,6 kTep). Más detalles en el Cuadro 5.6.2.3.

En el Gráfico 5.6.2.3 se presenta, para los tipos de equipos de Calor Directo definidos y el total, cómo se distribuye su consumo en los distintos rangos de antigüedad de este Uso.

Gráfico 5.6.2.3
Sector Industrial
Distribución del Consumo de Energía Neta por Tipo de Horno según Antigüedad
Año 2006 – en %



En los hornos de secado, el tipo de horno con mayor consumo, el consumo se distribuye más homogéneamente en los distintos rangos de antigüedad: la mayor parte del consumo esta en equipos de 0-5 años de antigüedad, más del 30%; aproximadamente el 20% del consumo en equipos de 16-20 años de antigüedad, menos del 20% en equipos de 6-10 años, cerca del 15% en el rango 11-15 años y aproximadamente un 9% del consumo está en hornos de más de 20 años. Un poco más de un 5% del consumo de los hornos de secado es de antigüedad no informada.

En el caso de los hornos de cocción alrededor del 60% del consumo está en hornos de más de 40 años de antigüedad.

El consumo de los hornos de tratamiento térmico está casi en un 40% en el rango de antigüedad 21-30 años; con participaciones muy similares en torno al 16% están los consumos con antigüedades 6-10 años, 16-20 y 31-40 años.

Los hornos de calentamiento destacan porque el 60% de su consumo está en hornos de 6-10 años de antigüedad. En el caso de los hornos de fusión, aproximadamente el 90% de su consumo está en equipos nuevos, en el rango 0-5 años de antigüedad. En los hornos con otros procesos es muy importante el consumo en el rango más de 40 años de antigüedad, es más de un 60%. Por último cabe mencionar que el consumo de los hornos sin proceso informado esta casi en un 70% en el rango de antigüedad 11-15 años y más del 20% en el rango 21-30 años.

Uso: Fuerza Motriz

El análisis de este Uso según la antigüedad de sus equipos se ha centrado en los equipos eléctricos, pues en este Uso, el 99,7% del consumo es Electricidad, el 0,3% restante son Leña y Residuos de Biomasa.

Los tipos de equipos definidos en Fuerza Motriz Eléctrica son: equipos con convertidor de frecuencia, equipos sin convertidor de frecuencia y compresores de aire (estos últimos son los equipos declarados en el Anexo C del cuestionario de la encuesta).

En los establecimientos en que el aire comprimido era menor al 10% de su potencia eléctrica instalada (en la encuesta), dichos equipos se declaraban junto a otros motores eléctricos agrupados por rango de potencia (preguntas 27 GMP y 36 MG); por lo tanto, el consumo de energía neta de tales compresores de aire incluyen equipos con o sin convertidor de frecuencia; por el contrario, cuando la potencia instalada en aire comprimido superaba el 10%, los equipos de aire comprimido se declaraban separadamente en el Anexo C, donde no se consultó por el uso de convertidor de frecuencia. Todo esto motivó a presentar separadamente los consumos de energía de los compresores del Anexo C. (En el estrato MG, en 29 de 104 establecimientos la potencia en aire comprimido supera el 10%; en GMP esto ocurre en 68 de 352 establecimientos, aproximadamente en un 20%). En la estimación del rendimiento de los equipos del Anexo C, se asumieron como cualquier motor eléctrico del uso Fuerza Motriz, sin tomar en cuenta el compresor, es decir, el rendimiento al eje del motor eléctrico que acciona el compresor.

En el Cuadro 5.6.2.4 se presentan los consumos en Fuerza Motriz Eléctrica para cada tipo de equipo definido en este Uso.

El consumo en Fuerza Motriz Eléctrica es de 100,3 kTep (el consumo total del Uso es 100,6 kTep) y representa el 17,7% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial. El 72,0% de este consumo está en motores sin convertidor de frecuencia, el 23,0% en motores con convertidor de frecuencia y el 5,0% en compresores de aire de establecimientos en que el aire comprimido representaba más del 10% de su potencia instalada (equipos del Anexo C).

La mayor parte del consumo, un 35,3%, está en equipos sin antigüedad informada, esto se explica por la gran cantidad de motores eléctricos en los establecimientos industriales, lo que dificulta la existencia de esta información en las empresas. El rango de antigüedad con mayor consumo es 11-15 años, con un 21,9% de participación, le sigue el consumo en el rango de antigüedad 6-10 años, con una participación del 16,1%. El consumo de los equipos de 0-5 años de antigüedad es menor, tienen un 8,6% de participación. El consumo de los equipos de 16-20 años tiene una participación de 7,3%. Por lo tanto, los equipos de menos de 20 años de antigüedad concentran el 53,9% del consumo. El resto de los equipos tiene más de 20 años de antigüedad y representan el 10,8% del consumo.

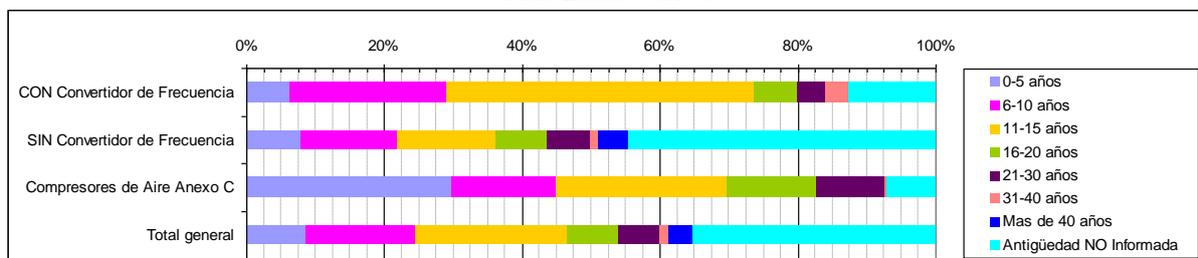
Cuadro 5.6.2.4
Sector Industrial
Uso: Fuerza Motriz, Fuente: Electricidad
Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo según Antigüedad
Año 2006 – en Tep

Tipo de Equipo	0-5 años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	21-30 años	31-40 años	Más de 40 años	Antigüedad NO Informada	TOTAL	TOTAL Porcentaje
CON Convertidor de Frecuencia	1.454	5.233	10.336	1.447	941	776	8	2.899	23.094	23,0%
SIN Convertidor de Frecuencia	5.672	10.115	10.422	5.284	4.603	719	3.305	32.138	72.257	72,0%
Compresores de Aire Anexo C	1.481	756	1.235	643	503	11	5	349	4.982	5,0%
TOTAL	8.606	16.105	21.993	7.373	6.047	1.505	3.318	35.387	100.333	100,0%
TOTAL Porcentaje	8,6%	16,1%	21,9%	7,3%	6,0%	1,5%	3,3%	35,3%	100%	

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 5.6.2.4 se presenta, para los tipos de equipos de Fuerza Motriz Eléctrica definidos y el total, cómo se distribuye su consumo en los distintos rangos de antigüedad de este Uso.

Gráfico 5.6.2.4
Sector Industrial
Distribución del Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo de Fuerza Motriz Eléctrica según Antigüedad
Año 2006 – en %



En los equipos con convertidor de frecuencia, el 80,0% del consumo se concentra en equipos de menos de 20 años de antigüedad, donde los más importantes son los de 11-15 años con una participación de aproximadamente el 45%. Los consumos de más de 20 años de antigüedad representan el 7,5%⁶. En este tipo de equipos no se conoce la antigüedad de más del 12% del consumo.

En los equipos sin convertidor de frecuencia, casi el 45% del consumo proviene de equipos en que no se conoce la antigüedad. El consumo de los equipos de menos de 20 años de antigüedad supera el 40%. El consumo de los equipos entre 21-30 años supera el 6% del consumo de este tipo de equipos y más de un 5% del consumo está en equipos de más de 30 años.

Los compresores de aire en establecimientos en que ellos representan más del 10% de la potencia instalada, tienen casi el 30% del consumo en equipos de 0-5 años de antigüedad, más de un 15% de 6-10 años, casi un 25% en 11-15 años y casi un 13% en 16-20; es decir, más del 80% del consumo de los compresores de aire tiene una antigüedad inferior a 20 años. Aproximadamente un 10% del consumo está en equipos de más de 20 años de antigüedad. Finalmente, aproximadamente un 7% del consumo es de antigüedad no informada.

Uso: Frío de Proceso

En este Uso, los tipos de equipos se definieron según el compresor de refrigeración (no se declaró ningún equipo de refrigeración por absorción): compresor alternativo, compresor de tornillo y compresor scroll. Las diferencias entre estos tipos de compresor se relacionan con la capacidad o tamaño en que están disponibles en el mercado y también hay algunas diferencias en los rendimientos, el scroll es el de mejor rendimiento, los alternativos y de tornillo tienen rendimientos similares. (Ver Anexos 2 y 7).

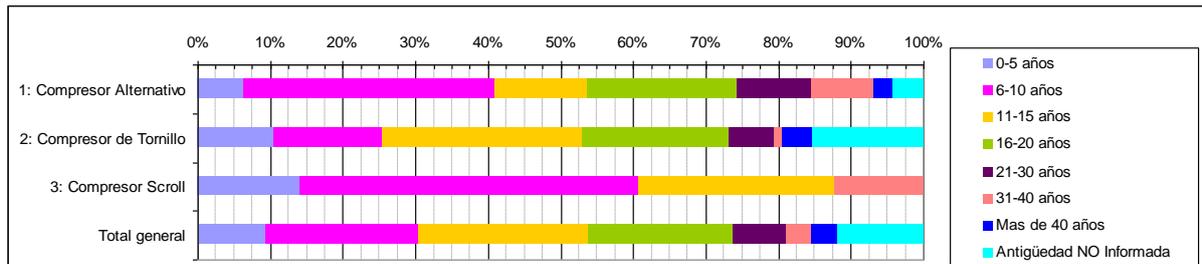
El consumo de Energía Neta en Frío de Proceso es de 27,8 kTep (sólo Electricidad) y tiene un 4,9% de participación en el consumo de Energía Neta del Sector Industrial.

⁶ Comentario: este resultado es novedoso, porque la introducción de los convertidores de frecuencia en el mercado es reciente.

En el Cuadro 5.6.2.5 se presentan los consumos en Frío de Proceso para cada tipo de equipo definido en este Uso. La distribución del consumo por tipo de equipo es la siguiente: el 69,2% del consumo se produce en compresores de tornillo, el 29,1% en compresores alternativos y sólo el 1,7% en compresores scroll.

En el gráfico siguiente se presenta cómo se distribuye el consumo por antigüedad en los tipos de equipos definidos y en el total del Uso.

Gráfico 5.6.2.5
Sector Industrial
Distribución del Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo de Frío de Proceso
Año 2006 – en %



La mayor parte del consumo total en Frío de Proceso se produce en equipos de antigüedad en el rango 11-15 años, cuya participación es de 23,2%, concentrado en gran parte en compresores de tornillo; le siguen muy de cerca los consumos con antigüedad 6-10 años con una participación de 21,1%, repartida en cantidades similares entre compresores alternativos y de tornillo; los consumos de antigüedad 16-20 años son el 20%, en la cual más de 2/3 son de tipo tornillo y menos de 1/3 alternativo. Los consumos de 0-5 años de antigüedad son el 9,4%, en su gran mayoría en equipos de tornillo. Por lo tanto, el 73,8% del consumo está en equipos de menos de 20 años de antigüedad. El consumo de los equipos de antigüedad no informada es un 11,8% de este Uso. Los consumos en el rango 21-40 años (agrupando 21-30 y 31-40) representan más del 10% del consumo de este Uso. Los consumos con más de 40 años de antigüedad sólo son el 3,7%.

En los compresores alternativos, casi el 75% del consumo de Energía Neta se debe a equipos de menos de 20 años de antigüedad, destacando los de 6-10 años con aproximadamente un 35% de participación en este tipo de compresor. El consumo de los equipos de este tipo de más de 20 años de antigüedad, es aproximadamente un 20%, que su mayoría están entre 21-40 años. Los consumos de antigüedad desconocida se acercan al 5%.

En los compresores de tornillo, casi el 73% del consumo está en equipos de menos de 20 años de antigüedad, donde los equipos de 11-15 años son los más importantes con aproximadamente un 28% de participación en el consumo de este tipo de compresor. Alrededor de un 12% del consumo se produce en equipos de más de 20 años de antigüedad, con las siguientes participaciones: más del 5% con 21-30 años, aproximadamente el 5% con más de 40 años y el restante (que completa el 12%) entre 31-40 años. En este tipo de compresor hay un consumo del 15% con antigüedad no informada.

Cuadro 5.6.2.5
Sector Industrial
Uso: Frío de Proceso

Consumo de Energía Neta por Tipo de Equipo según Antigüedad

Año 2006 – en Tep

Tipo de Equipo	0-5 años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	21-30 años	31-40 años	Más de 40 años	Antigüedad NO Informada	TOTAL	TOTAL Porcentaje
1: Compresor Alternativo	508	2.803	1.021	1.662	837	695	199	346	8.073	29,1%
2: Compresor de Tornillo	2.038	2.837	5.305	3.897	1.179	220	822	2.916	19.215	69,2%
3: Compresor Scroll	66	217	125			57			465	1,7%
TOTAL	2.612	5.857	6.452	5.559	2.017	973	1.021	3.263	27.753	100%
TOTAL Porcentaje	9,4%	21,1%	23,2%	20,0%	7,3%	3,5%	3,7%	11,8%	100%	

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los compresores scroll, prácticamente el 87,5% del consumo está en equipos de menos de 15 años de antigüedad, donde la mayor participación está en el rango 6-10 años, con más de un 45%. El 12,5% restante del consumo se concentra en equipos de 31-40 años de antigüedad.

5.6.3. Consumo de Energía Neta por Subsector, según Antigüedad de Equipos

En el cuadro siguiente se presentan los consumos de Energía Neta por subsector industrial según la antigüedad de sus equipos. El gráfico que se presenta a continuación del cuadro sólo incluye los subsectores más importantes y no se incluyeron los consumos de antigüedad no definida (corresponden a Iluminación y Usos No Productivos).

Cuadro 5.6.3.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta por Subsector Industrial según Antigüedad
Año 2006 – en Tep

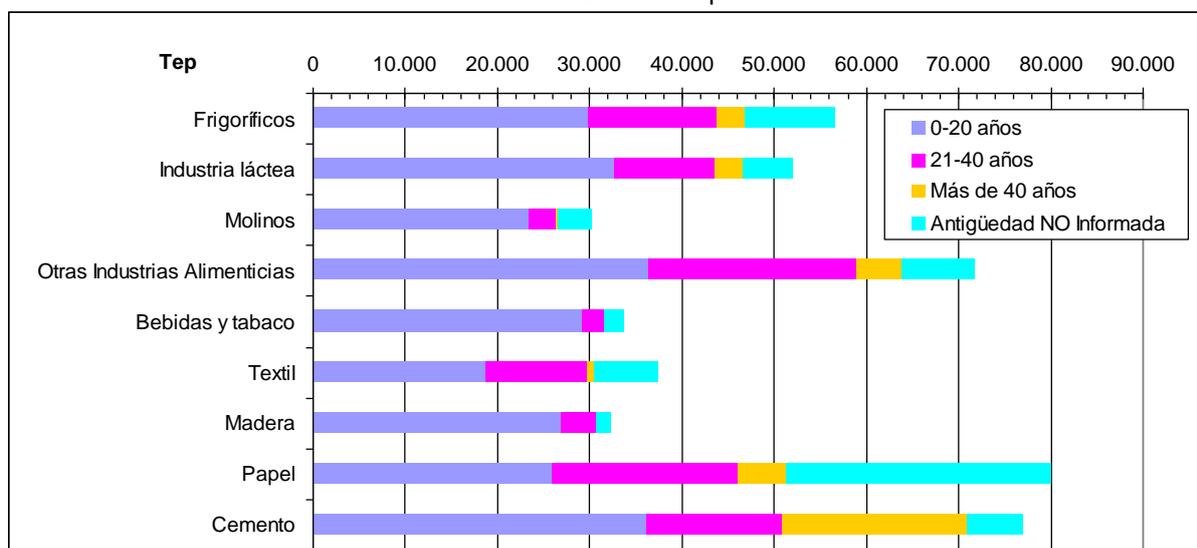
Subsector Industrial	0-20 años	21-40 años	Más de 40 años	Antig. NO Definida	Antig. NO Informada	TOTAL	
Frigoríficos	29.880	13.984	2.934	771	9.863	57.432	10,1%
Industria láctea	32.746	10.778	3.168	579	5.409	52.679	9,3%
Molinos	23.373	3.070	149	415	3.606	30.613	5,4%
Otras Ind. Alimenticias	36.504	22.539	4.814	1.489	7.949	73.295	12,9%
Bebidas y tabaco	29.245	2.398	1	1.165	2.091	34.900	6,2%
Textil	18.788	11.015	758	1.844	6.985	39.391	7,0%
Cuero	5.873	5.310	1.859	503	4.029	17.573	3,1%
Madera	26.984	3.773	3	304	1.603	32.667	5,8%
Papel	25.927	20.162	5.350	907	28.632	80.977	14,3%
Química (ex. Petróleo)	14.359	1.179	233	797	2.734	19.300	3,4%
Caucho y plástico	6.060	1.158	86	642	880	8.825	1,6%
Vidrio	226	80		100	74	480	0,1%
Cerámica	7.426	2.720	2.888	105	1.363	14.502	2,6%
Cemento	36.262	14.702	19.949	157	6.210	77.280	13,7%
Metálicas básicas	10.700	403	384	1.920	1.753	15.161	2,7%
Maquinaria y equipos	5.337	1.306	861	1.229	1.148	9.881	1,7%
Otras manufactureras	668	82	34	136	199	1.117	0,2%
TOTAL	310.357	114.657	43.470	13.062	84.527	566.074	100%
	54,8%	20,3%	7,7%	2,3%	14,9%		100%

Fuente: Elaboración propia

El análisis del Sector Industrial por antigüedad se limita a los subsectores incluidos en el gráfico siguiente y considera aquellos cuyo consumo supera el 5% del consumo neto industrial. Dichos subsectores concentran prácticamente el 85% del total del Sector, incluyendo: Frigoríficos, Industria Láctea, Molinos, Otras Industrias Alimenticias, Bebidas y Tabaco (estos cinco subsectores, relacionados con alimentos, concentran el 44,0% del consumo), Textil, Madera, Papel y Cemento.

En el gráfico 5.6.3.1 se aprecia que en cada subsector, la mayoría del consumo de Energía Neta se concentra en equipos de antigüedad en el rango 0-20 años. Esta afirmación es válida en todos los subsectores, con una única excepción, el Subsector Papel: su mayor consumo de Energía Neta está en equipos con antigüedad no informada (28,6 kTep equivalentes al 35,4% del consumo de este subsector y al 5,1% del Sector Industrial) y los consumos de antigüedad 0-20 años son un poco inferiores a éstos.

Gráfico 5.6.3.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta en Subsectores Industriales según la Antigüedad de los Equipos
Año 2006 – en Tep



Los equipos con antigüedad mayor a 40 años son particularmente importantes en el Subsector Cemento y corresponden a 19,9 kTep, equivalentes al 25,8% del consumo del subsector y al 3,5% del Sector Industrial.

En los otros subsectores, los equipos con antigüedad mayor a 40 años son los menos importantes, incluso menores a los consumos en equipos con antigüedad no informada.

Los consumos con antigüedad en el rango 21-40 años son importantes en varios subsectores, con participaciones superiores al 20% en el subsector correspondiente, como se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro 5.6.3.2
Sector Industrial
Consumo de Energía Neta importantes de Antigüedad 21-40 años
Año 2006 – en kTep y %

Subsector Industrial	Consumo 21-40 años kTep	Participación en el Subsector %	Participación en el Sector Industrial %
Frigoríficos	14,0	24,3	2,5
Industria láctea	10,8	20,5	1,9
Otras Industrias Alimenticias	22,5	30,8	4,0
Textil	11,0	28,0	1,9
Papel	20,2	24,9	3,6
Cemento	14,7	19,0	2,6
TOTAL	93,2		16,5

Fuente: Elaboración propia

5.7. Consumo No Energético por Subsector y Tipo

La Industria utiliza, en forma marginal, distintas fuentes de energía para fines no energéticos, fundamentalmente para limpieza (Queroseno, Nafta y Gas Oil), lubricación de equipos (Gas Oil) e incluso a veces como materia prima, como es el caso del Fuel Oil en la Industria Química productora de fertilizantes. En el Subsector Caucho y Plástico declararon en la encuesta el uso de Butano en procesos productivos, contabilizado aquí como Supergás (SG).

Si bien en el cuestionario se pregunta por el consumo de productos No Energéticos como aceites lubricantes, grasas, asfaltos, solventes, etc., se decidió no procesar esta información ya que los datos de consumo de estos productos relevados en el Balance Energético a partir de información secundarias resulta más confiable y adecuada.

El Cuadro 5.7.1 resume el consumo de combustibles destinada a Usos No Energéticos en el Sector Industrial por subsectores. Tales consumos fueron sujetos de expansión por subsector y ajustados al BEN según los factores de ajuste de cada fuente de energía.

Cuadro 5.7.1
Sector Industrial
Consumo de Combustibles en Usos No Energéticos
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	SG	NF	KE	GO	FO	Total	Total %
Frigoríficos			2,5	0,7		3,2	0,17
Industria láctea		0,2	5,2			5,4	0,3
Molinos			5,2	0,3		5,5	0,3
Otras Industrias Alimenticias		3,0	9,9	1,4		14,3	0,8
Bebidas y tabaco			7,9			7,9	0,4
Textil		0,4	712,0	390,9		1.103,3	58,8
Cuero			14,0			14,0	0,7
Madera		17,3	1,5	9,2		28,1	1,5
Papel		1,0	325,6			326,6	17,4
Química (excepto petróleo)			14,1		81,5	95,6	5,1
Caucho y plástico	137,5		23,8			161,3	8,6
Vidrio			2,0			2,0	0,1
Cerámica			0,7			0,7	0,0
Cemento			7,9	0,6		8,5	0,5
Metálicas básicas		0,7		1,0		1,7	0,1
Maquinaria y equipos		8,7	81,1	0,9		90,7	4,8
Otras manufactureras			6,2	0,2		6,4	0,3
Total	137,5	31,5	1.219,5	405,1	81,5	1.875,1	100
Total, %	7,3	1,7	65,0	21,6	4,3	100	

Fuente: Elaboración propia

El consumo de combustibles en Usos No Energéticos en el Sector Industrial es de 1,9 kTep, Si se compara esta cifra con el consumo total de Energía Neta en el Sector (566,1 kTep), esta cantidad es menor al 1% de dicho consumo.

El principal combustible destinado a Usos No Energéticos en el Sector Industrial es el Queroseno (KE); su consumo, 1,2 kTep, representa el 65,0% del consumo total de combustibles para Uso No Energético; este es el único Uso del Queroseno en la Industria. En el segundo lugar de los combustibles No Energéticos está el Gas Oil, con un consumo de

0,4 kTep, equivalente al 21,6%. En tercer y cuarto lugar están el Butano (SG) y el Fuel Oil, sumando ambos un 11,6% de participación; la Nafta es el combustible menos usado con esta finalidad, con un 1,7% de participación.

El principal subsector industrial consumidor de combustibles con fines No Energéticos es el Textil, con un consumo de 1,1 kTep, que representan el 58,8% del consumo, donde son dos los combustibles No Energéticos principales: Queroseno (0,7 kTep) y Gas Oil (0,4 kTep). En segundo lugar está el Subsector Papel con 0,3 kTep y un 17,4% de participación, siendo este consumo fundamentalmente Queroseno. En tercer lugar está el Subsector Caucho y Plástico con un 8,6% de participación, Química (excepto petróleo) con un 5,1% y Maquinarias y Equipos con un 4,8%. En estos cinco subsectores se concentra el 94,8% del consumo de combustibles con fines No Energéticos en el Sector Industrial.

5.8. Autoproducción de Electricidad

5.8.1. Introducción

De los resultados que se presentan en esta sección, es decir: potencia instalada, electricidad generada y consumo de combustibles en autoproducción de electricidad (con equipos de respaldo eléctrico y cogeneración), sólo el consumo de combustibles fue ajustado el BEN, con los factores de ajuste de los combustibles respectivos. Esta decisión metodológica conlleva implícitamente a un pequeño ajuste de los rendimientos estimados para los equipos de autoproducción, ya que los factores de ajuste de los combustibles fósiles están en torno a 0,9 (la Leña y los Residuos de Biomasa tienen factor de ajuste igual a uno, $F_a = 1,0$); tal ajuste es menor aún en el caso de la cogeneración de electricidad, donde las principales fuentes de energía son los Residuos de Biomasa y la Leña.

La naturaleza de esta transformación de la energía determina que, en la elaboración del Balance de Energía Nacional, la electricidad generada y el consumo de combustible asociado de los equipos de autoproducción de electricidad, se contabiliza en los Centros de Transformación del país, y no en el Sector Industrial, a pesar de que estos sistemas están y operan físicamente en los establecimientos industriales.

En los grupos electrógenos de respaldo eléctrico, el procedimiento para realizar esto es directo; pero en el caso de la cogeneración de electricidad, su fuente de energía se destina también a la generación de vapor de proceso, el cual corresponde a un Uso de la energía del Sector Industrial, que se ha denominado Cogeneración de Vapor y fue presentado como tal en las secciones anteriores de este informe.

Por lo tanto, el consumo de Energía Neta de los sistemas de cogeneración se fraccionó en una parte destinada a la Cogeneración de Electricidad, contabilizada como el consumo de un Centro de Transformación y en un consumo destinado a la Cogeneración de Vapor, contabilizado en el Uso respectivo del Sector Industrial. El consumo asociado a la Cogeneración de Electricidad es el que se presenta en este capítulo del informe y corresponde al que resulta de restar al consumo total de Energía Neta de la cogeneración el consumo de la Cogeneración de Vapor, como se indica en la ecuación siguiente, donde "C" corresponde al consumo. El rendimiento estimado para las calderas de cogeneración es de 85%. Más detalles de este cálculo se presentan en el Anexo 7.

$$C_{Energía_Neta_Cogeneración_de_Electricidad} = C_{Energía_Neta_Cogeneración} - \frac{Energía_Util_{Cogeneración_de_Vapor}}{\eta_{Caldera}}$$

Toda la electricidad generada por cualquier sistema de autoproducción de electricidad, en el Balance de Energía Nacional, se considera proveída al establecimiento industrial por un Centro de Transformación, aún cuando el sistema de autoproducción o cogeneración estén instalados en el establecimiento industrial.

El año 2006, la Electricidad consumida en el Sector Industrial fue de 150,1 kTep (1.744.767 MWh). Una pequeña fracción de este consumo, el 2,4% 42.340 MWh), proviene de electricidad autoproducida en el Sector; el restante 97,6 es suministrado por UTE.

En el Sector Industrial se distinguen dos formas de autoproducción de electricidad:

- Autoproducción con equipos de respaldo eléctrico: potencia instalada de 74,9 MW
- Autoproducción con cogeneración: potencia instalada de 16,7 MW.

A pesar de estas cifras de potencia instalada, la electricidad generada con cogeneración es varias veces mayor a la proveniente de equipos de respaldo eléctrico: 40.714 MWh con cogeneración v/s 1.626 MWh con equipos de respaldo. La diferente magnitud de estas cifras se debe a la naturaleza funcional de ambos tipos de autoproducción de electricidad.

La potencia instalada en autoproducción en el Sector Industrial se estimó a partir de la suma de la potencia instalada en el estrato MG más la expansión de la potencia instalada en los establecimientos GMP, es decir, multiplicando la potencia instalada en las encuestas GMP por los factores de expansión del subsector industrial respectivo.

A continuación se presentan los resultados de ambos tipos de autoproducción de electricidad en el Sector Industrial.

5.8.2. Autoproducción con Equipos de Respaldo Eléctrico

La potencia instalada en Autoproducción con equipos de respaldo eléctrico es de 74,9 MW, el año 2006, de los cuales, el 98,9% (74,1 MW instalados) corresponde a Grupos Electrónicos a Gas Oil; el 1,1% restante (0,8 MW), son Turbinas de Vapor abastecidas de vapor con calderas a Fuel Oil, pero éstas no operaron el año 2006. En el Cuadro 5.8.2.1 de presenta la potencia instalada por subsector industrial y tecnología.

En cuanto a la distribución por subsectores industriales de la potencia instalada, destacan Frigoríficos con 18,5 MW (24,7% del total de este tipo de autoproducción), Otras Industrias Alimenticias con 13,8 MW (18,4% del total) y el Subsector Química (excepto petróleo) con 11,7 MW (15,6% del total). En estos subsectores se concentra el 58,7% de la potencia instalada en equipos de respaldo, 44 MW.

Lo anterior no indica lo difundido que están los grupos generadores por subsector, pero tomando como referencia únicamente los establecimientos encuestados, se puede señalar que el Subsector Otras Industrias Alimenticias es el que presentó mayor cantidad de establecimientos con grupos de respaldo (28 establecimientos, el 35% de un total de 79 establecimientos encuestados); sin embargo, en cuanto a porcentaje de establecimientos con grupos electrónicos de respaldo, el Subsector Frigoríficos tiene grupos electrónicos en el 81% de los establecimientos encuestados (se encuestaron 21 en total), Industria Láctea en el 71% (se encuestaron 24 establecimientos) y en Cemento en el 67% (se encuestaron 6 establecimientos).

Cuadro 5.8.2.1
Sector Industrial

Potencia Instalada en Equipos de Respaldo Eléctrico por Subsector y Tipo de Equipo
Año 2006 – en MW y %

Subsector	MW			Porcentaje
	Grupo Electrónico GO	Turbina a vapor FO	Total	%
Frigoríficos	18,5		18,5	24,7
Industria láctea	9,7		9,7	12,9
Molinos	1,8		1,8	2,4
Otras Industrias Alimenticias	13,8		13,8	18,4
Bebidas y tabaco	3,9		3,9	5,2
Textil	3,4		3,4	4,6
Cuero	2,1		2,1	2,8
Madera	1,1		1,1	1,5
Papel	0,6		0,6	0,8
Química (excepto petróleo)	10,9	0,8	11,7	15,6
Caucho y plástico				0,0
Vidrio	0,8		0,8	1,1
Cerámica	0,6		0,6	0,9
Cemento	3,7		3,7	4,9
Metálicas básicas	0,1		0,1	0,2
Maquinaria y equipos	1,4		1,4	1,8
Otras manufactureras	1,7		1,7	2,3
Total	74,1	0,8	74,9	100

Fuente: Elaboración propia

La autoproducción de electricidad con grupos electrógenos de respaldo eléctrico o grupos de emergencia, es importante en un establecimiento industrial desde el punto de vista de su potencia instalada, porque su existencia en los establecimientos industriales es una medida preventiva ante fallas en el suministro de UTE para mantener el suministro de electricidad en procesos fundamentales o servicios básicos; la potencia instalada de estos equipos es una fracción de la potencia instalada en consumos eléctricos en los establecimientos. Cada establecimiento industrial define sus necesidades al respecto, incluso hay establecimientos que no cuentan con equipos de respaldo eléctrico. Por otro lado, cuando operan estos equipos, lo hacen por periodos de tiempo muy breves, algunas decenas o centenas de horas al año, luego, la electricidad anual generada por estos equipos y el consumo de Energía Neta asociado, son mínimos y no importantes en los establecimientos. Los grupos electrógenos no son la principal fuente de energía eléctrica de las empresas, ya que éstos operan en casos de emergencia; por ende, luego no tiene sentido estimar un factor de planta para la operación anual de los equipos de respaldo eléctrico (factor de planta = factor de carga * factor de uso).

En el Cuadro 5.8.2.2 se presenta la generación estimada al 2006 con grupos electrógenos a Gas Oil por subsector (el 2006 no hubo generación con turbinas de vapor a Fuel Oil). La generación con equipos de respaldo en el sector alcanzó en 2006 los 1.626 MWh; destacan los Subsectores Otras Industrias Alimenticias, Química (excepto petróleo) y Frigoríficos junto con la industria Láctea. Estos cuatro subsectores suman 1.194 MWh generados con equipos de respaldo, el 73,4% del total.

Cuadro 5.8.2.2
Sector Industrial
Electricidad Generada con Equipos de Respaldo Eléctrico por Subsector
Año 2006 – en MWh y %

Subsector	MWh	Porcentaje
	Grupo Electrógeno	%
Frigoríficos	250	15,4
Industria láctea	246	15,1
Molinos	33	2,0
Otras Industrias Alimenticias	378	23,2
Bebidas y tabaco	37	2,3
Textil	50	3,1
Cuero	39	2,4
Madera	46	2,8
Papel	6	0,4
Química (excepto petróleo)	320	19,7
Caucho y plástico		0,0
Vidrio	6	0,4
Cerámica	6	0,4
Cemento	141	8,7
Metálicas básicas	0	0,0
Maquinaria y equipos	32	2,0
Otras manufactureras	35	2,1
Total	1.626	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.8.2.3
Sector Industrial
Consumo de Gas Oil en Equipos de Respaldo Eléctrico por Subsector
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep	Porcentaje
	GO	%
Frigoríficos	66,0	15,4
Industria láctea	64,9	15,1
Molinos	9,0	2,1
Otras Industrias Alimenticias	99,8	23,3
Bebidas y tabaco	9,8	2,3
Textil	13,2	3,1
Cuero	10,3	2,4
Madera	12,1	2,8
Papel	1,6	0,4
Química (excepto petróleo)	84,5	19,7
Caucho y plástico		0,0
Vidrio	1,7	0,4
Cerámica	1,7	0,4
Cemento	37,3	8,7
Metálicas básicas	0,0	0,0
Maquinaria y equipos	7,9	1,8
Otras manufactureras	9,2	2,1
Total	428,9	100

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 5.8.2.3 se presenta el consumo de Gas Oil de los grupos electrógenos de respaldo eléctrico (ya que el 2006 no hubo generación con turbinas de vapor a Fuel Oil, tampoco hay un consumo de Fuel Oil asociado). El consumo de Gas Oil en Autoproducción de electricidad con equipos de respaldo fue en 2006 de 0,4 kTep (428,9 Tep), destacándose en este consumo los mismos cuatro subsectores mencionados previamente cuando se trató el tema de la generación de respaldo, concentrando 315,3 Tep de consumo de Gas Oil, el 73,5% del total.

5.8.3. Autoproducción con Equipos de Cogeneración

Es necesario mencionar que sólo en el estrato MG se declararon equipos de cogeneración; ningún establecimiento GMP tiene cogeneración; por lo tanto, los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron de las encuestas al estrato MG, sin expansión, pero con los ajustes al BEN que se mencionaron en la introducción del capítulo.

En los establecimientos industriales que tienen cogeneración de electricidad, la potencia eléctrica instalada en cogeneración es importante en relación a la potencia de sus consumos eléctricos.

La potencia eléctrica instalada en autoproducción de electricidad con cogeneración es de 16,7 MW, en el año 2006. La totalidad de los equipos corresponden a turbinas de vapor a contrapresión. En el Cuadro 5.8.3.1 se presenta la potencia eléctrica instalada de estas turbinas por subsector industrial y la cantidad de turbinas; se aprecia que sólo tres subsectores tienen cogeneración. Son sólo cinco establecimientos industriales MG con equipos de cogeneración eléctrica: tres del Subsector Otras Industrias Alimenticias, una Textil y otra del Subsector Papel. La potencia eléctrica de la cogeneración instalada en estos subsectores es la siguiente: Otras Industrias Alimenticias con 8,9 MW (53,3% del total de cogeneración), Textil con 3,3 MW (19,5% del total) y Madera con 4,5 MW (27,1% del total). En todos los casos, cada turbina de vapor a contrapresión existente no supera los 3 MW de potencia; las de menor tamaño son de 740 y 750 kW, una en Otras Industrias Alimenticias y la otra Textil.

Cuadro 5.8.3.1
Sector Industrial
Potencia Instalada y Cantidad de Turbinas de Cogeneración por Subsector
Año 2006 – en MW y %

Subsector	Turbina de Vapor a Contrapresión		Porcentaje
	Cantidad	MW	
Otras Industrias Alimenticias	6	8,9	53,3
Textil	3	3,3	19,5
Papel	2	4,5	27,1
Total	11	16,7	100,0

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, durante el año 2006, sólo operaron los equipos de tres establecimientos: dos establecimientos del Subsector Otras Industrias Alimenticias y uno del Subsector Papel, con un total de cinco turbinas de vapor a contrapresión en operación el 2006, tres turbinas en el Subsector Otras Industrias Alimenticias y dos en Papel.

En el Cuadro 5.8.3.2 se presenta la electricidad cogenerada por subsector y fuente de energía. La cogeneración de electricidad en el sector alcanzó en 2006 los 40.714 MWh,

donde el 26,0% de produce en el Subsector Otras Industrias Alimenticias y el 74,0% en el Subsector Papel.

Cuadro 5.8.3.2
Sector Industrial
Electricidad Generada con Equipos de Cogeneración por Subsector y Fuente
Año 2006 – en MWh y %

Subsector	MWh				Total	Porcentaje %
	GN	LE	RB	FO		
Otras Industrias Alimenticias		6.412	4.188		10.600	26,0
Textil				0	0	0,0
Papel	7.006	3.484	17.660	1.963	30.114	74,0
Total	7.006	9.897	21.848	1.963	40.714	100
Porcentaje, %	17,2	24,3	53,7	4,8	100	

Fuente: Elaboración propia

La autoproducción de electricidad con cogeneración es importante en un establecimiento industrial desde el punto de vista de su potencia instalada, la electricidad anual generada por estos equipos respecto del consumo de electricidad del establecimiento y el consumo de combustibles asociado, como parte del consumo total de Energía Neta en el establecimiento.

La cogeneración utiliza cuatro fuentes de energía: Gas Natural, Leña, Residuos de Biomasa (la principal fuente en la cogeneración de electricidad) y Fuel Oil, siendo este hecho una prueba de que se puede cogenerar prácticamente con cualquier combustible.

En el Cuadro 5.8.3.3 se presentan los consumos de combustibles de la Cogeneración de Electricidad, sólo la fracción correspondiente a esta parte de la cogeneración.

Observando simultáneamente los cuadros 5.8.3.2 y 5.8.3.3, se aprecia que entre ambos resultados se mantienen las proporciones entre los dos subsectores con cogeneración operativa; esto se debe a que los rendimientos estimados para los sistemas de cogeneración respectivos, aún con los ajustes al BEN, son similares, ya que en todos los casos son calderas con turbinas de vapor a contrapresión de potencias comparables (todas bajo los 3 MW).

Cuadro 5.8.3.3
Sector Industrial
Consumo de Combustible en Cogeneración de Electricidad por Subsector y Fuente
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep				Total	Porcentaje %
	GN	LE	RB	FO		
Otras Industrias Alimenticias		721	471		1.192	26,7
Textil				0	0	0,0
Papel	709	392	1.985	181	3.266	73,3
Total	709	1.113	2.456	181	4.458	100
Porcentaje, %	15,9	25,0	55,1	4,0	100	

Fuente: Elaboración propia

El consumo de combustibles de la cogeneración de electricidad es de 4,5 kTep⁷. La principal fuente de energía de la cogeneración de electricidad son los Residuos de Biomasa, con un 55,1% de participación, le sigue la Leña con un 25,0% y el Gas Natural con 15,9%; el Fuel Oil es el combustible menos usado en la cogeneración de electricidad con un 4,0% de participación.

En el Cuadro 5.8.3.4 se presenta el detalle de los Residuos de Biomasa usados en la cogeneración de electricidad⁸. En Otras Industrias Alimenticia se utiliza únicamente Bagazo, con un 19,2% de participación en los Residuos de Biomasa de cogeneración y en el Subsector Papel es el Licor Negro el único Residuo de Biomasa de la cogeneración de electricidad, con el 80,8% de participación en estos Residuos de Biomasa.

Cuadro 5.8.3.4
Sector Industrial

Consumo de Residuos de Biomasa en Cogeneración de Electricidad por Subsector y Tipo de Residuo

Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Tep			Porcentaje
	Bagazo	Licor Negro	Total	%
Otras Industrias Alimenticias	471		471	19,2
Papel		1.985	1.985	80,8
Total	471	1.985	2.456	100

Fuente: Elaboración propia

⁷ Esta cifra tiene una magnitud del orden del 3% de la suma de consumo de Energía Neta en los Usos energéticos de los Subsectores Otras Industrias Alimenticias (73,3 kTep) y Papel (81,0 kTep) del Sector Industrial.

⁸ El consumo de Residuos de Biomasa de la Cogeneración de Electricidad tiene un orden de magnitud del 8,2% del consumo de Residuos de Biomasa en los Usos energéticos de los Subsectores Otras Industrias Alimenticias (14,5 kTep) y Papel (15,2 kTep) del Sector Industrial, equivalente al 3,8% del consumo de Residuos de Biomasa de todo el Sector Industrial.

5.9. Potencial de Ahorro Energético

5.9.1. Bases para el Cálculo de los Potenciales de Ahorro

Se estimó un potencial de ahorro de energía para el Sector Industrial a partir de una estimación del ahorro potencial en cada equipo encuestado en los distintos Usos energéticos, aplicando el factor de expansión de cada subsector industrial y el factor de ajuste al BEN de la o las fuentes de energía asociadas a cada equipo. En la estimación del potencial de ahorro, no se consideraron sistemas energéticos, como por ejemplo de transporte de fluidos (mejoras en redes de vapor, agua, aire comprimido, etc.)

Se definió un rendimiento óptimo para cada tipo de equipo en los Usos energéticos, el cual determina el respectivo potencial de ahorro simplemente cuando es mayor al rendimiento informado (por el encuestado) o al rendimiento estimado, sin considerar la factibilidad económica de implementar la mejora que corresponda; por ejemplo: reemplazar un motor eléctrico estándar en operación por uno eficiente. Si el rendimiento informado por el encuestado es superior al rendimiento óptimo considerado, tal equipo no tiene potencial de ahorro (ahorro = 0).

El consumo óptimo de un equipo k usando la fuente de energía i se calcula con la ecuación siguiente:

$$\text{Consumo}_{i,k}^{\text{optimo}} \left[\text{ep} \right] = \frac{EU_{i,k} \left[\text{ep} \right]}{\eta_k^{\text{optimo}} \left[\frac{\%}{100} \right]}$$

No se hizo distinción de rendimientos por fuente de energía en equipos que operan con más de una fuente; es el caso de equipos como calderas y hornos que operan con dos e incluso tres fuentes de energía, pero en esos casos sólo se consideró un rendimiento.

El ahorro de energía en cada equipo se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro}_{i,k} \left[\text{ep} \right] = \text{Consumo}_{i,k} \left[\text{ep} \right] - \text{Consumo}_{i,k}^{\text{optimo}} \left[\text{ep} \right]$$

Los rendimientos óptimos considerados para cada uso, fueron los siguientes:

Iluminación:

Se usó como rendimiento óptimo, el rendimiento de la lámpara más eficiente típicamente usada en oficinas, sectores de producción y exteriores, respectivamente⁹:

- En oficinas 25% (fluorescente)
- En sectores productivos 25% (haluro metálico)
- En exteriores 30% (sodio alta presión)

Los valores de los rendimientos de las lámparas fluorescentes, haluro metálico y sodio de alta presión, usados para estimar el rendimiento óptimo de cada sector (oficinas, producción y exteriores), son los mismos que se usaron en la estimación de rendimientos para cálculo de la Energía Útil.

⁹ Fuente: DNETN.

Generación de vapor:

Se consideró como rendimiento óptimo el rendimiento de una caldera de vapor en muy buenas condiciones de funcionamiento: 87%, pues este valor es realmente alcanzable, aunque existen casos en que se informaron rendimientos de 90%, pero son excepcionales.¹⁰

Para las calderas de vapor eléctricas, dado que su rendimiento se estimó en 90%, no se consideró potencial de ahorro.

Otras calderas:

Se distinguen las calderas de agua caliente y las calderas de fluido térmico; los rendimientos óptimos que se consideraron son 90% y 85%, respectivamente, correspondientes al rendimiento de calderas de cada tipo en buenas condiciones de funcionamiento.¹¹

Para las calderas eléctricas, dado que su rendimiento se estimó en 90%, no se consideró potencial de ahorro.

Calor Directo:

Este Uso energético está cubierto por hornos. La variedad de hornos existentes es muy grande; por tal motivo, se optó por un criterio general para estimar un rendimiento óptimo.

Teniendo en cuenta que pueden haber hornos con una eficiencia tan baja como 20%, tales hornos tienen un gran potencial de ahorro y estimamos que la eficiencia óptima puede ser 50%; en el otro extremo hay hornos con una buena eficiencia, 75%, en tal caso, su potencial de ahorro es mucho menor y en este caso se considera que la eficiencia óptima puede ser 80%.¹²

Graficando los puntos extremos de rendimientos óptimos estimados para hornos, se obtuvo la siguiente ecuación aplicada a todos los hornos:

$$\eta_k^{optimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = 0,55 \cdot \eta_k \left[\frac{\%}{100} \right] + 0,39$$

La diferencia de rendimientos en este uso depende de si se trata de hornos eléctricos (sin pérdidas asociadas a la combustión) u hornos a combustibles, sistemas de alimentación de la carga del horno y su descarga, aislamiento de muros, etc. Conviene señalar que parte importante de las pérdidas se producen por la chimenea, por exceso de aire y temperatura de los gases.

Fuerza Motriz:

Implícitamente se hizo distinción entre Fuerza Motriz Eléctrica, accionada con motores eléctricos, y Fuerza Motriz Térmica, accionada con máquinas térmicas como motores de combustión interna o turbinas de vapor.

En el caso de motores eléctricos, el rendimiento óptimo se obtuvo a partir de los rendimientos según la NORMA IEC para motores eficientes EFF1, definida en función de la potencia del motor en HP o kW.¹³ Estos datos de potencia se expresaron en kep/hr y se obtuvo la siguiente ecuación para estimar el rendimiento óptimo de motores eléctricos, donde P es la potencia del motor:

¹⁰ Fuente: Experiencia PRIEN.

¹¹ Fuente: Experiencia PRIEN.

¹² Fuente: Estimación PRIEN.

¹³ Fuente: Norma IEC para motores eficientes EFF1.

$$\eta_k^{optimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = 2,49 \cdot \ln \left(P \left[\frac{kep}{hr} \right] \right) + 90,65$$

El potencial de ahorro que surge de la incorporación de variadores de frecuencia en motores que accionan equipos de flujo variable, como bombas, ventiladores, corras transportadoras, etc. se estimó en menos de un 2% del consumo en Fuerza Motriz Eléctrica y no se incluye en el análisis por Fuentes y Usos ni por subsector industrial.

En el caso de motores de combustión interna a Gas Oil, se consideró como rendimiento óptimo 37%.¹⁴ Sin embargo, para el único motor a Gas Oil declarado (de 100 HP), se informó en la encuesta que no operó el 2006. Tampoco se declararon motores a Nafta en este uso en el Sector Industrial.

En el caso de turbinas de vapor para fuerza motriz, las cuales operaban en cogeneración, no se consideró potencial de ahorro, debido a la marginalidad de este uso en el sector industrial y a que el potencial de ahorro que se podría estimar quedaría dentro del margen de error del rendimiento estimado para este uso, dada lo sofisticado que son las tecnologías de cogeneración.

Frío de proceso:

El rendimiento óptimo en este caso es una mezcla de reemplazar el motor eléctrico respectivo por uno eficiente y reemplazar el compresor por uno del mismo tipo pero de máxima eficiencia. Para la eficiencia óptima del motor eléctrico, su rendimiento óptimo se estimó de la misma manera que para Fuerza Motriz Eléctrica y para los compresores se consideraron las siguientes opciones:¹⁵

Compresores alternativos, tornillo y scroll:

$$\eta_k^{optimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = \eta_k^{EFF1} \left[\frac{\%}{100} \right] \cdot 0,75$$

Compresores rotatorios:

$$\eta_k^{optimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = \eta_k^{EFF1} \left[\frac{\%}{100} \right] \cdot 0,80$$

Compresores centrífugos:

$$\eta_k^{optimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = \eta_k^{EFF1} \left[\frac{\%}{100} \right] \cdot 0,83$$

Nota: En la encuesta industrial no se declararon compresores rotatorios ni centrífugos.

¹⁴ Fuente: estimación PRIEN considerando que existen motores generadores con rendimientos superiores al 40%.

¹⁵ Fuente para rendimiento de compresores de refrigeración: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01319177>. Designing a Mesoscale Vapor-Compression Refrigerator for Cooling High Power Microelectronics.

Transporte interno:

En este Uso energético no se estimó un potencial de ahorro, dada su escasa participación en el consumo de Energía Neta en el Sector Industrial, menos de un 2% y la consideración que los establecimientos que tienen transporte interno difícilmente lleguen a hacer algo para mejorar el rendimiento en este uso de la energía, debido a su operación intermitente con cargas variables y a que en dichos establecimientos existen focos de ahorro energético mucho más importantes en otros usos de la energía.

Electroquímicos:

En el caso de los procesos Electroquímicos, se estimó un rendimiento óptimo de 50%, considerando el rendimiento estándar estimado fue de 40%.¹⁶ Se consideró un potencial de ahorro en este uso, a pesar de representar un pequeño consumo en el Sector Industrial, porque en aquellos establecimientos que tienen procesos electroquímicos, el consumo asociado es importante.

Usos No productivos:

En este Uso no se consideró posibilidades de ahorro de energía, por lo marginal de su consumo de Energía Neta en el Sector Industrial, menos de un 1%.

Autoproducción de Electricidad y Cogeneración:

En estos consumos de energía en la industria, contabilizados en los Centros de Transformación, no se consideraron potencialidades de ahorro de energía; en el caso de equipos de respaldo eléctrico porque dadas las características de utilización de estos equipos, los ahorros posibles serían muy marginales y en el caso de la cogeneración porque es difícil mejorar sus rendimientos, y además, porque los casos de cogeneración en el país son aislados, pero destacables.

5.9.2. Estimación de los Potenciales de Ahorro de Energía Neta por Fuente y Uso

En el Cuadro 5.9.2.1 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos. En el Cuadro 5.9.2.2 se presenta el porcentaje de ahorro, por Fuentes y Usos, estimado a partir del potencial de ahorro y consumo de Energía Neta respectivo. Como se explicó al comienzo de este capítulo, no se estimó potencial de ahorro en los Usos Cogeneración de Vapor, Transporte Interno y Usos No Productivos; por este motivo figuran vacíos en estos Usos en los cuadros 5.9.2.1 y 5.9.2.2.

Se estima un potencial de ahorro de Energía Neta de 65,4 kTep para el Sector Industrial, lo que corresponde a un 11,6% del consumo de Energía Neta del sector. En el estrato MG se concentran 48,7 kTep de este potencial, equivalentes al 74,4% de todo el ahorro estimado (ver Anexo 1).

La Fuente con mayor ahorro es la Leña, con 17,2 kTep, el que representa un 11,3% de ahorro en el consumo de Energía Neta de esa Fuente. Amerita recordar que la Leña es la principal fuente de energía del Sector Industrial.

En las restantes fuentes principales de energía en el Sector Industrial los potenciales de ahorro son los siguientes: en Electricidad 13,5 kTep equivalentes a un 9,0% de ahorro en la Fuente, en Fuel Oil 11,5 kTep equivalentes a un 13,8%, en Gas Natural 9,3 kTep que representan un 14,1% y en Residuos de Biomasa 5,6 kTep correspondientes a un 8,5% de ahorro en el consumo de Energía Neta de la Fuente.

¹⁶ Fuente: Estimación PRIEN.

El potencial de ahorro en las cinco fuentes de energía principales del Sector Industrial es de 57,0 kTep, cifra que corresponde al 87,2% de todo el potencial de ahorro estimado.

En cuanto a porcentajes de ahorro, destacan las fuentes Carbón Mineral (CM) y Carbón Residual del Petróleo (RP), ambas fuentes con un 24,8% de potencial de ahorro; le sigue el Coque (CQ) con un 14,7% de ahorro. Sin embargo, el único ahorro importante entre estas tres fuentes es el de Carbón Residual de Petróleo, que asciende a 7,0 kTep, equivalentes al 10,7% de todo el potencial de ahorro estimado para el Sector Industrial. Los ahorros respectivos de Energía Neta estimados para el Carbón Mineral y el Coque sólo suman 0,4 kTep.

En cuanto a los Usos de la energía, el Uso Calor Directo es el que presenta un mayor potencial de ahorro, 37,3 kTep equivalentes al 57,0% de todo el potencial estimado para el Sector Industrial; este ahorro corresponde también a un 25,9% del consumo de Energía Neta en este Uso. Este nivel de potencial es significativo porque los rendimientos estimados para este Uso son relativamente bajos. Lograr este ahorro requiere de mejoras que aumenten el rendimiento de los hornos del Sector Industrial.

El segundo lugar lo ocupa el Uso Generación de Vapor con un potencial de ahorro estimado en 14,3 kTep, equivalentes al 21,9% de todo el ahorro estimado para el Sector Industrial. Esta cifra representa un 6,7% del consumo de Energía Neta del Uso.

Para concretar el potencial de ahorro en Generación de Vapor, se requiere reducir las pérdidas de los gases de combustión de las calderas de vapor del Sector Industrial, controlando la combustión e instalando economizadores en los casos en que ello sea posible.

En tercer lugar está el potencial de ahorro estimado para el Uso Frío de Proceso, 5,7 kTep que constituyen el 8,8% de todo el ahorro estimado para el Sector Industrial. Tal ahorro equivale a un 20,7% del consumo de Energía Neta de este Uso. Este ahorro es un poco más difícil de materializar, dado que requiere reemplazar el motor eléctrico de los compresores de refrigeración por motores eficientes y reemplazar los compresores de refrigeración por compresores de alto rendimiento y el reemplazo de equipos generalmente es conveniente cuando se ha completado la vida útil de los mismos, no siendo recomendable, en general, reemplazar equipos en uso.

Sigue el potencial de ahorro de la Fuerza Motriz, son 5,1 kTep de ahorro de Electricidad, correspondientes al 7,7% de todo el ahorro estimado para el Sector Industrial y a un 5,0% de ahorro en el Uso energético. Las posibilidades de concretar este ahorro son similares al caso del Frío de Proceso, porque depende del momento en que se decida reemplazar un motor eléctrico por un motor eficiente.

Entre los Usos más importantes sólo falta mencionar la Cogeneración de Vapor; sin embargo en este caso no se ha considerado un potencial de ahorro, como ya se explicó en la primera parte de este capítulo. Entonces, el potencial de ahorro en los Usos principales: Generación de Vapor, Calor Directo, Fuerza Motriz y Frío de Proceso es de 62,4 kTep que corresponden al 95,4% de todo el potencial de ahorro estimado para el Sector Industrial.

Los porcentajes de ahorro potenciales en los Usos Iluminación, Otras Calderas, y Electroquímicos no son despreciables (17,5%, 7,4% y 11,1% respectivamente); sin embargo, la cantidad de Energía Neta que dichos potenciales de ahorro representan en el Sector Industrial son menores, 3,0 kTep, el 4,6% de todo el potencial de ahorro estimado para el Sector Industrial.

Cuadro 5.9.2.1
Sector Industrial
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1.340	1.340
Generación de Vapor	1.326	7.356	1.994		119	4			4	26	3.512			0	14.341
Cogeneración de Vapor	0	0	0								0				0
Otras Calderas	107	893	5		8	2				21	130			0	1.164
Calor Directo	7.881	8.941	3.585	305	55	315			1	416	7.813	6.992	131	843	37.277
Fuerza Motriz		0	0							0				5.052	5.052
Frío de Proceso														5.733	5.733
Transporte Interno					0	0	0		0	0				0	0
Electroquímicos														534	534
Usos No Productivos															
Total	9.313	17.189	5.583	305	182	321	0		5	462	11.454	6.992	131	13.502	65.440

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.9.2.2
Sector Industrial
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														17,5	17,5
Generación de Vapor	6,7	7,1	5,9		8,0	2,4			3,4	7,6	6,5				6,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	4,1	10,3	5,6		5,6	5,6				5,6	3,4				7,4
Calor Directo	20,9	29,2	32,9	24,8	19,8	15,3			3,6	22,4	32,6	24,8	14,7	13,4	25,9
Fuerza Motriz														5,0	5,0
Frío de Proceso														20,7	20,7
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,1	11,1
Usos No Productivos															
Total	14,1	11,3	8,5	24,8	5,3	7,4			2,2	4,6	13,8	24,8	14,7	9,0	11,6

Fuente: elaboración propia

5.9.3. Estimación de los Potenciales de Ahorro de Energía Neta por Subsector y Uso

En el Cuadro 5.9.3.1 se presentan los ahorros potenciales estimados por subsector, los consumos de Energía Neta de cada subsector y el porcentaje de ahorro que representa el potencial de ahorro estimado.

Los potenciales de ahorro de los cinco subsectores principales en el consumo de Energía Neta son los siguientes: Cemento con 21,3 kTep, Frigoríficos con 6,4 kTep, Otras Industrias Alimenticias con 5,9 kTep, Industria Láctea con 3,5 kTep y Papel con 3,3 kTep; ellos suman 40,3 kTep, el 61,7% de todo el ahorro de Energía Neta estimado para el Sector Industrial.

Sin embargo, algunos subsectores son muy importantes desde el punto de vista del potencial de ahorro de Energía Neta: en Molinos se estimó un potencial de ahorro de 6,0 kTep, en Bebidas y Tabaco 4,6 kTep y en Textil 3,1 kTep, sumando estos tres subsectores se obtienen 13,6 kTep de potencial de ahorro, los cuales representan el 20,7% de todo el ahorro estimado para el Sector Industrial. En resumen, el 82,4% del potencial de ahorro estimado para todo el Sector Industrial se concentra en estos ocho subsectores: 53,9 kTep.

En cuanto a los porcentajes de ahorro por subsector industrial, los mayores porcentajes de ahorro están en algunos de los subsectores recién mencionados: Cemento con 27,6%, y Frigoríficos con 11,1%, entre los subsectores importantes desde el punto de vista del consumo de Energía Neta; Molinos con 19,5% y Bebidas y Tabaco con 13,0%. También son importantes los porcentajes de ahorro estimados en los siguientes subsectores: Cerámica con 17,3%, Metálicas Básicas con 13,2% y Vidrio con 11,2%.

Cuadro 5.9.3.1
Sector Industrial
Consumo y Potenciales de Ahorro de Energía Neta por Subsector
Año 2006 – en Tep y %

Subsector	Consumo	Ahorro	Participación en el Ahorro	Ahorro
	Tep	Tep	%	%
Frigoríficos	57.432	6.383	9,8	11,1
Industria láctea	52.679	3.479	5,3	6,6
Molinos	30.613	5.963	9,1	19,5
Otras Industrias Alimenticias	73.295	5.860	9,0	8,0
Bebidas y tabaco	34.900	4.551	7,0	13,0
Textil	39.391	3.054	4,7	7,8
Cuero	17.573	1.085	1,7	6,2
Madera	32.667	2.458	3,8	7,5
Papel	80.977	3.330	5,1	4,1
Química (excepto petróleo)	19.300	1.716	2,6	8,9
Caucho y plástico	8.825	653	1,0	7,4
Vidrio	480	54	0,1	11,2
Cerámica	14.502	2.515	3,8	17,3
Cemento	77.280	21.293	32,5	27,6
Metálicas básicas	15.161	2.001	3,1	13,2
Maquinaria y equipos	9.881	979	1,5	9,9
Otras manufactureras	1.117	66	0,1	5,9
Total	566.074	65.440	100	11,6

Fuente: elaboración propia

El Cuadro 5.9.3.2 resume los potenciales de ahorros estimados en los subsectores por Usos. Para simplificar visualmente el cuadro, no se presentan los Usos para los cuales no se estimó un potencial de ahorro (Cogeneración de Vapor, Transporte Interno y Usos No Productivos).

En los Usos de mayor potencial de ahorro de energía, mencionados en la sección anterior de este capítulo (Calor Directo, Generación de Vapor, Frío de Proceso y Fuerza Motriz), sus ahorros se concentran en algunos subsectores industriales, como se indica a continuación.

En el Uso Calor Directo, con un potencial de ahorro de 37,3 kTep, el ahorro está concentrado en seis subsectores, de los cuales sólo dos son de los principales consumidores de Energía Neta: Cemento con 20,9 kTep, Molinos con 5,2 kTep, Bebidas y Tabaco con 2,6 kTep, Cerámica con 2,4 kTep, Otras Industrias Alimenticias con 2,1 kTep y Metálicas Básicas con 1,8 kTep. Estos seis subsectores concentran 35,1 kTep de ahorro en Calor Directo, el 94,2% del potencial de ahorro en este Uso.

En el Uso Generación de Vapor, su potencial de ahorro de 14,3 kTep, también se concentra fuertemente en seis subsectores, cuatro de los cuales son de los principales consumidores de energía: Frigoríficos con 3,1 kTep, Industria Láctea con 2,0 kTep, Madera con 2,0 kTep, Textil con 2,2 kTep, Otras Industrias Alimenticias con 1,6 kTep y Papel con 2,0 kTep. Estos seis subsectores concentran 12,9 kTep de ahorro en Generación de Vapor, el 90,0% del potencial de ahorro en este Uso.

En el Uso Frío de Proceso, su potencial de ahorro de 5,7 kTep se concentra fuertemente sólo en tres subsectores, todos entre los principales consumidores de Energía Neta: Frigoríficos con 2,5 kTep, Otras Industrias Alimenticias con 1,4 kTep y la Industria Láctea con 0,9 kTep, sumando 4,8 kTep de potencial de ahorro, el 84,5% del ahorro estimado para este Uso.

En el Uso Fuerza Motriz la situación es distinta a los tres Usos principales anteriormente destacados. En Fuerza Motriz, su potencial de ahorro de 5,1 kTep se distribuye uniformemente en todos los subsectores industriales. El subsector con mayor potencial de ahorro en este Uso es Papel con 0,8 kTep, en segundo lugar está Textil con 0,6 kTep y luego Molinos con 0,5 kTep. Luego la mayoría de los subsectores tienen en este Uso potenciales de ahorro entre 0,2 kTep y 0,5 kTep.

Hay cuatro subsectores en que los potenciales de ahorro en Fuerza Motriz son menores, los cuales suman 0,2 kTep: Metálicas Básicas con 0,09 kTep, Cerámica con 0,07 kTep, Otras Manufactureras con 0,04 kTep y Vidrio con 0,01 kTep.

En los Usos con menores potenciales de ahorro, el ahorro en Iluminación (1,3 kTep) se distribuye más o menos uniformemente en todos los subsectores, el ahorro en Otras Calderas (1,2 kTep) se concentra fuertemente en un subsector: Bebidas y Tabaco con 0,9 kTep; y Electroquímicos (0,53 kTep de ahorro estimado) se concentra principalmente en el Subsector Química (excepto petróleo) con 0,46 kTep.

Cuadro 5.9.3.2
Sector Industrial
Potencial de Ahorro de Energía Neta en los Subsectores por Usos
Año 2006 – en Tep

Subsector	Iluminación	Generación de Vapor	Otras Calderas	Calor Directo	Fuerza Motriz	Frío de Proceso	Electroquímicos	Total
Frigoríficos	102	3.140	0,0	203	398	2.539		6.383
Industria láctea	88	2.021	90	54	313	913		3.479
Molinos	68	175	5	5.187	524	4		5.963
Otras Industrias Alimenticias	187	1.621	28	2.144	473	1.391	15	5.860
Bebidas y tabaco	82	375	890	2.607	251	346	0,02	4.551
Textil	136	2.196	4	144	565	9		3.054
Cuero	88	591	88	11	210	96		1.085
Madera	35	1.956	7	309	151			2.458
Papel	75	1.966		394	817	78		3.330
Química (excepto petróleo)	124	158	4	498	333	143	457	1.716
Caucho y plástico	70	19	0,3	65	317	182		653
Vidrio	8			35	11			54
Cerámica	22			2.424	69			2.515
Cemento	28	117	2	20.944	204			21.293
Metálicas básicas	41		31	1.809	85	14	21	2.001
Maquinaria y equipos	166	5	14	446	290	17	40	979
Otras manufactureras	21			2	43		1	66
Total	1.340	14.341	1.164	37.277	5.052	5.733	534	65.440

Fuente: Elaboración Propia

5.9.4. Análisis Cualitativo de la situación del Uso Racional de la Energía

Dado el carácter “cualitativo” de este análisis, se ha elaborado separadamente para los estratos MG y GMP del Sector Industrial, ya que los resultados del estrato MG reflejan directamente la realidad de este estrato que fue censado, en cambio, los resultados que aquí se presentan para el estrato GMP son sólo de la muestra encuestada del universo de establecimientos GMP de la República Oriental de Uruguay, ya que no pueden expandirse al universo de la misma manera que los resultados “cuantitativos” de este estudio.

En cada estrato el análisis se centra en cuatro aspectos del Uso Racional de Energía que se abordaron en el capítulo respectivo de la encuesta realizada: Encargados de la Energía, Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción, Medidas de Ahorro de Energía Implementadas o con Intención de serlo y Obstáculos para el Ahorro de Energía.

Estrato MG del Sector Industrial

a) Encargados de la Energía

En el cuadro siguiente se presentan los resultados a la pregunta sobre la existencia de una persona encargada de la energía en el establecimiento industrial, para el estrato MG.

Cuadro 5.9.4.1

Respuesta a la pregunta de Encargados de Energía en el estrato MG del Sector Industrial

¿Tienen un Encargado de la Energía?	Respuestas		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Cantidad de Encuestas	51	52	1	104
Porcentaje de Encuestas	49	50	1	100

El 50% de los 104 establecimientos MG encuestados afirma tener un encargado de la energía. Sin embargo, el título del cargo que ocupan dichos encargados de energía no tiene relación con la eficiencia energética o con el uso racional de la energía; en la mayoría de los casos, éste se relaciona con mantenimiento, electricidad, jefaturas o gerencias de planta, procesos o ingeniería. No obstante, en las funciones de estos “Encargados de Energía”, hay 8 establecimientos en que en sus funciones se mencionan aspectos del uso racional de la energía.

b) Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción

El 85% de los establecimientos MG encuestados afirma que el costo energético es importante en sus costos de producción, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.9.4.2

Respuesta a la pregunta si es importante la energía en el estrato MG del Sector Industrial

¿Es importante el Costo de la Energía?	Respuestas		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Cantidad de Encuestas	12	88	4	104
Porcentaje de Encuestas	11,5	84,6	3,8	100

El cuadro siguiente cuantifica la importancia del costo de la energía en porcentaje respecto a los costos totales de producción, agrupados en rangos de importancia, según la respuesta de los encuestados. Si bien existe una ligera inconsistencia en las cifras del cuadro anterior y el siguiente (ver en el cuadro siguiente las cifras para importancia del costo de la energía de 1-10% y 11-20%), se estima que lo importante de esta información son las respuestas respecto de la incidencia del costo de la energía en los costos de producción.

Cuadro 5.9.4.3
Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción en las Encuestas del estrato MG del Sector Industrial

Importancia Costo Energía	Cantidad de Encuestas	Porcentaje de Encuestas
1-10%	27	26,0
11-20%	22	21,2
21-35%	10	9,6
36-50%	7	6,7
51-75%	5	4,8
76-100%	2	1,9
en blanco	31	29,8
Total	104	100

Para el 26% de las encuestas MG el costo de la energía no supera el 10% de sus costos de producción, en este rango de costo energético está el mayor porcentaje de encuestas MG. El 30% de las encuestas no entregó esta cifra, algunas porque afirmaron que tal costo no era importante, el 12% de las encuestas, de los que se deduce que un 18% de las encuestas considera importante el costo de la energía pero no informaron su importancia en el costo total de producción.

Es importante destacar que para el 44% restante de las empresas el costo de la energía supera el 10% del costo de producción, lo que estaría modificando la idea ampliamente difundida de que para la mayoría de las empresas la energía representa entre un 5% a 10% de sus costos.

El cuadro siguiente presenta esta información desagregada por subsector industrial; las cifras dentro del cuadro corresponden a la cantidad de encuestas realizadas. En la última columna del cuadro se agregó el consumo de energía de cada subsector en kTep para mejorar el análisis de la importancia del costo de la energía. Es conveniente recordar que en el estrato MG se concentra el 72% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial y el 73,5% del potencial de ahorro estimado para el sector.

El Subsector Cemento concentra el mayor consumo de energía del Sector Industrial MG (19% del consumo MG), ello sólo en 5 establecimientos, 1 de estos establecimientos tiene costos energéticos en el rango 11-20%, 2 establecimientos con costos energéticos en el rango 51-75% (sólo uno ellos produce clinker); los 2 establecimientos restantes de este sector no respondieron esta pregunta.

En el Subsector Papel, el segundo subsector en cuanto a consumo de energía (17,5% del consumo del Sector Industrial MG), existen sólo 3 establecimientos, uno de estos establecimientos tiene costos energéticos en el rango 11-20%, los 2 establecimientos restantes tienen costos energéticos en el rango 21-35%, uno de ellos tiene cogeneración y usa Licor Negro.

En tercer lugar está el Subsector Otras Industrias Alimenticias, el que concentra el 10,2% del consumo de energía del Sector Industrial MG en 14 establecimientos. Los costos energéticos de este subsector son bastante heterogéneos, con establecimientos en todos

los rangos de costo. Hay 3 establecimientos (el 21,4% de los establecimientos MG de este subsector) con costos energéticos en el rango 1-10%, 2 establecimientos (el 14%) en el rango 11-20%, 3 establecimientos (el 21,4%) en el rango 21-35%; en cada uno de los rangos de costo 36-50%, 51-75% y 76-100% hay un establecimiento de este subsector (un establecimiento equivale al 7% de los establecimientos MG de este subsector). También hay 3 establecimientos que no respondieron esta pregunta (el 21,4% de los establecimientos MG de este subsector).

Cuadro 5.9.4.4

Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción en las Encuestas del estrato MG y Consumo de Energía por Subsector Industrial.

Subsector	Cantidad de encuestas por rango de costo de la energía respecto del costo de producción total							Cantidad Encuestas	Consumo Energía kTep
	1-10%	11-20%	21-35%	36-50%	51-75%	76-100%	en blanco		
Frigoríficos	4			1			7	12	38,7
Industria láctea	3	5	1	1			2	12	38,9
Molinos	6	4	1	1			2	14	16,4
Otras Industrias Alimenticias	3	2	3	1	1	1	3	14	41,3
Bebidas y tabaco	2	1		1			5	9	31,2
Textil	3	3					2	8	17,1
Cuero							3	3	9,8
Madera	3	1					1	5	22,8
Papel		1	2					3	70,8
Química (excepto petróleo)	1	1		1	1	1	1	6	12,6
Caucho y plástico	1	1					1	3	2,7
Cerámica			1		1			2	12,4
Cemento		1			2		2	5	76,4
Metálicas básicas		2	1				2	5	12,7
Maquinaria y equipos	1		1	1				3	1,5
Cantidad Encuestas	27	22	10	7	5	2	31	104	405,4

El cuarto subsector, en relación al consumo de energía (9,6% del consumo del estrato MG), el Subsector Industria Láctea; los costos energéticos presentan cierta heterogeneidad, pero menor a Otras Industrias Alimenticias. De los 12 establecimientos de este subsector, 3 de ellos tienen costos energéticos en el rango 1-10%, 5 establecimientos en el rango 11-20%, 1 establecimiento en el rango 21-35% y 1 establecimiento en el rango 36-50%. Los 2 establecimientos restantes de este subsector, no respondieron esta pregunta.

El Subsector Frigoríficos MG concentra el 9,6% del consumo de energía del estrato MG en 12 establecimientos; dado que el porcentaje de respuestas fue sólo del orden del 40% resulta difícil extraer conclusiones generales (el 60% de los establecimientos MG de este subsector no respondió esta pregunta). 4 establecimientos (el 33% de los establecimientos MG de este subsector) afirmaron que el costo de la energía está en el rango 1-10% de sus costos de producción y 1 establecimiento (el 8%) en el rango 36-50%.

En términos generales, es posible afirmar que el 65% del consumo energético del estrato MG del Sector Industrial se concentra en 46 establecimientos industriales: 5 de Cemento, 3 de Papel, 12 Industrias Lácteas, 14 establecimientos de Otra Industrias Alimenticias y 12 establecimientos en el Subsector Frigoríficos. De ellos, 7 establecimientos presentan costos energéticos superiores al 50% de sus costos de producción.

c) Medidas de Ahorro de Energía Implementadas o con Intención de serlo

El 85% de los establecimientos MG encuestados afirma que ha implementado o tiene intención de implementar medidas de ahorro de energía, cifra igual a los establecimientos que afirman que sus costos energéticos son importantes en sus costos de producción, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.9.4.5

Respuesta a la pregunta de implementación de medidas de ahorro de energía en el estrato MG del Sector Industrial

¿Ha implementado o tiene intención de implementar medidas de ahorro de energía?	Respuesta		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Total encuestas	12	88	4	104
Porcentajes	11,5	84,6	3,8	100,0

En el Cuadro 5.9.4.6 se presentan las medidas de ahorro de energía, informadas por los encuestados del estrato industrial MG, como implementadas o con intención de ser implementadas. Los porcentajes presentados en el cuadro están referidos a los 104 establecimientos MG encuestados. Las 9 primeras medidas del cuadro corresponden a preguntas incluidas en el formulario de la encuesta, las medidas restantes fueron incorporadas por los encuestados en el formulario de la encuesta.

En términos generales se puede señalar que priman las medidas implementadas de ahorro de energía sobre las intenciones de implementar dichas medidas.

Las 4 primeras medidas de ahorro, es decir, las más implementadas o con intención de serlo, en los establecimientos industriales MG son:

- Identificación de los procesos con mayores consumos de energía (citada en el 77% de los establecimientos).
- Estudio de posibilidades de ahorro de energía en estos procesos (citada en el 75% de los establecimientos).
- Programación de la producción (citada en el 66% de los establecimientos).
- Mejoramiento de los sistemas de control de procesos (citada en el 63% de los establecimientos); esta medida está vinculada técnicamente con la medida anterior.

Las dos primeras medidas de ahorro no producen directamente un ahorro de energía, pues son más bien los primeros pasos que conducen hacia la generación ahorros de energía. La primera está implementada en el 61% de los establecimientos MG y la segunda en el 40%. En cambio, la programación de la producción y el mejoramiento de los sistemas de control, sí pueden producir ahorros de energía y éstos pueden llegar a ser importantes en algunos casos, ahorros de uno o dos dígitos (en porcentaje); estas medidas se han implementado en el 54% y 34% de establecimientos MG, respectivamente. Por otro lado, llevar a cabo estas 4 medidas de ahorro de energía, genera un cambio conductual en la empresa que podría extenderse al uso óptimo de los insumos, en general. De estas 4 medidas, tal vez el mejoramiento de los sistemas de control sea la única que requiera inversiones importantes.

Luego siguen las medidas de mejoramiento de la aislación térmica en cañerías y equipos, citadas en 61% y 57% de los establecimientos industriales MG, respectivamente. Estos ahorros de energía pueden ser significativos cuando la situación inicial es precaria (cañerías y equipos sin aislar), pudiendo lograrse ahorros de dos dígitos (en porcentaje) dependiendo

de las dimensiones de los sistemas a aislar. Cuando la situación inicial es regular, es decir, se requiere mejorar el aislamiento térmico en algunas zonas o hay que reemplazar el aislamiento porque ya cumplió su ciclo de vida, o la aislación diseñada para el equipo no fue la óptima, los ahorros son en general solo de un dígito. En todos los casos, es muy probable que estas medidas sean económicamente viables.

Cuadro 5.9.4.6

Medidas de Ahorro de Energía Implementadas o con Intención de serlo en las Encuestas del estrato MG del Subsector Industrial.

Medidas	Implementada		Intención		Total	
	Cantidad Encuestas	Porcentaje Encuestas	Cantidad Encuestas	Porcentaje Encuestas	Cantidad Encuestas	Porcentaje Encuestas
1. Identificación de los procesos con mayores consumos de energía	63	61	17	16	80	77
2. Estudio de posibilidades de ahorro de energía en estos procesos	42	40	36	35	78	75
3. Programación de la producción	56	54	13	13	69	66
4. Mejoramiento de los sistemas de control de procesos	36	34	30	29	66	63
5. Mejoramiento de la aislación térmica de cañerías	41	39	22	21	63	61
6. Mejoramiento de la aislación térmica de los equipos	39	38	20	19	59	57
7. Mejorar la recuperación de condensado	29	28	16	15	45	43
8. Recuperación de calor en calderas (economizador)	18	17	11	11	29	28
9. Recuperación de calor en hornos	10	10	7	7	17	16
10. Corrección del factor potencia	4	4	1	1	5	5
11. Cambio de voltaje de distribución	1	1	1	1	2	2
12. Compra de nuevo generador			1	1	1	1
13. Cambio de motor de molino por uno más eficiente			1	1	1	1
14. Cambio de tipos de equipos de frío			1	1	1	1
15. Compra de nueva caldera			1	1	1	1
16. Instalación de caldera a leña			1	1	1	1
17. Cambio de combustible FO por leña	1	1			1	1
18. Cambio de Fuel Oil a gas natural en generador de vapor	1	1			1	1
19. Cambio de combustible por coke de petróleo			1	1	1	1
20. Biodiesel en equipos de planta y cantera			1	1	1	1
21. Platinado de cañerías de vapor que no están en uso	1	1			1	1
22. Inversión en máquinas e instalaciones			1	1	1	1

Respecto a la recuperación de condensado, esta práctica puede llegar a producir ahorros en torno al 10%, o tal vez un poco más. En el estrato industrial MG es citada en el 43% de los

establecimientos y se menciona como implementada en el 28% de los establecimientos. Esta medida, además de ahorrar energía también produce un ahorro de agua.

La recuperación de calor en calderas mediante economizadores es más sencilla que la recuperación de calor en hornos, implementadas en el 17% y 11% de los establecimientos MG, respectivamente. Ambas mejoras requieren de inversiones y modificaciones en los equipos involucrados que requieren desarrollos de ingeniería no menores, especialmente en el caso de hornos. En el caso de las calderas, los ahorros posibles de obtener son de un dígito, en cambio en hornos, los ahorros pueden llegar a ser de dos dígitos.

Las medias de ahorro de energía que siguen a las ya mencionadas fueron listadas por los propios encuestados. La primera de ellas es la corrección del factor de potencia, tal medida puede producir o no un ahorro de energía. Lo que comúnmente produce es un ahorro en el pago de electricidad al distribuidor, mediante la instalación de condensadores en la conexión a la red eléctrica de distribución; este hecho no produce un menor consumo de corriente eléctrica sólo disminuye la potencia reactiva en la red eléctrica del distribuidor. Si la corrección del factor de potencia se logra reduciendo la potencia reactiva en el punto de conexión de los equipos, se reduce el consumo de corriente eléctrica en el establecimiento. Esta medida fue citada en el 5% de los establecimientos MG, con implementación en la mayoría de ellos.

La medida que sigue es el cambio en el voltaje distribución, esta medida se implementó en un establecimiento y existe la intención de ser implementada en otro establecimiento. Ella produce un ahorro de energía, debido a que para una misma potencia, al aumentar el voltaje disminuyen las pérdidas Joule (porque son proporcionales al cuadrado de la corriente eléctrica).

Cada una de las medidas que siguen sólo son casos particulares; cada una es citada en un único establecimiento:

- El cambio de generador sólo produce ahorro en casos especiales, fundamentalmente si se utiliza para cogenerar.
- El cambio de un motor eléctrico o de un equipo de frío por equipos más eficientes sí constituyen medidas efectivas de ahorro de energía y la magnitud de dicho ahorro depende de la potencia y uso de los equipos.
- Análogo es el caso de la compra de una caldera nueva si ésta es más eficiente; la compra de una caldera a leña puede generar o no ahorros de energía dependiendo de la eficiencia y combustible del equipo original.
- Los cambios de combustible en general conllevan a un ahorro monetario y en ciertos casos un ahorro de energía en el establecimiento industrial; en caso que el cambio de combustibles no vaya acompañado de mejoras en los sistemas de abatimiento de emisiones (los cuales pueden acarrear un mayor consumo por esta vía), tal cambio puede generar efectos negativos en el medio ambiente.
- El platinado de cañerías de vapor en desuso, el cual impide el paso de vapor a dichos tramos de cañería, produce ahorros de energía que pueden ser importantes cuando los tramos de cañería en estas condiciones son extensos.
- Finalmente, la inversión en máquinas e instalaciones nuevas, si su consumo específico de energía (consumo de energía por unidad de producto) es menor a los equipos originales, entonces sí generará ahorros de energía.

d) Obstáculos para el Ahorro de Energía

Un 95% de los establecimientos MG manifestó interés por adoptar medidas de ahorro de energía; sin embargo, como se expuso en el punto c), es menor el porcentaje de

establecimientos que indicó haber realizado medidas o tener intención de realizarlas. Esta diferencia aparente se explica en parte por las barreras al ahorro de energía. En el cuadro siguiente se presentan los resultados de esta pregunta de la encuesta.

Cuadro 5.9.4.7

Respuesta a la pregunta de interés por adoptar medidas de ahorro de energía en el estrato MG del Sector Industrial

¿Interesaría adoptar medidas de ahorro de energía?	Respuesta		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Total	3	95	6	104
Porcentajes	2,9	91,3	5,8	100,0

En el cuadro siguiente se presentan los obstáculos al ahorro de energía, informados por los encuestados del estrato industrial MG. Los 7 primeros obstáculos del cuadro (inclusive "NINGUNO") corresponden a barreras explicitadas en el formulario de la encuesta; los obstáculos restantes fueron identificados por los mismos encuestados en el formulario de la encuesta.

En general, en cada encuesta, citan más de un obstáculo, no obstante, los principales obstáculos se comentarán independientemente.

El obstáculo más citado por las encuestas es el costo de implementación de las medidas e inversión en equipos (se menciona en 50 encuestas). Los costos de inversión, en muchos casos considerados después de haber implementado exitosamente varias medidas de ahorro con costos de inversión muy reducidos o prácticamente nulos y plazos de recuperación de la inversión pequeños, son un obstáculo para el ahorro de energía. Se pueden obtener ahorros de energía importante con inversiones muy pequeñas.

En segundo lugar se incluye la falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía (se menciona en 33 encuestas); este obstáculo está muy ligado al primero; porque para decidirse a invertir en equipos se requiere conocer sus características y ser capaz de evaluar sus costos y beneficios efectivos.

El tercer obstáculo es la falta de financiamiento (se menciona en 21 encuestas). El financiamiento se requiere en distintas etapas del proceso de ahorro de energía: desde los primeros estudios de pre-inversión o auditorías, hasta el financiamiento de las inversiones recomendadas por esos estudios. En el caso del estrato MG, el porcentaje de encuestas que destacan este obstáculo es bastante menor que en el caso de las barreras anteriores, debido a que la mayoría de los grandes establecimientos industriales, probablemente tienen menos dificultades financieras.

A continuación se destaca la falta de **conocimiento suficiente sobre el tema** (se menciona en 20 encuestas); en realidad este parece ser uno de los **verdaderos obstáculos** al ahorro de energía. Vencer este obstáculo permitirá vencer mucho más fácilmente todos los otros obstáculos; ello requiere de cursos de pregrado en universidades, cursos de formación técnica, diplomados o postítulos, capacitación de ingenieros y técnicos, etc.

En quinto lugar, 16 establecimientos MG afirman que no hay obstáculos para el ahorro de energía.

En el sexto lugar se menciona la ausencia de empresas o profesionales capacitados (se menciona en 12 encuestas). Ello ocurre, probablemente, más bien por falta de un mercado

pujante que contrate profesionales o empresa consultoras especialistas en el tema, mas que por falta de profesionales con conocimientos en energía.

Cuadro 5.9.4.8
Obstáculos para el Ahorro de Energía en las Encuestas del estrato MG del Subsector Industrial.

OBSTACULOS	Cantidad de encuestas que identificaron este obstáculo	% de Encuestas
Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos	50	48
Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía	33	32
Falta de financiamiento	21	20
Falta de conocimiento suficiente sobre el tema	20	19
NINGUNO	16	15
Ausencia de empresas o profesionales capacitados	12	12
Falta de tiempo	1	1
Falta de tiempo para análisis	1	1
Falta de tiempo suficiente para atender dichos temas.	1	1
La empresa se encuentra en proceso constante de ampliación y escasea de tiempo por el momento	1	1
Temas productivos	1	1
Falta de capacidad de gestión para optimizar los recursos energéticos de la planta.	1	1
Apoyo de UTE	1	1
Disponibilidad de GN y sustitutos comparativos	1	1
Aún no se ha considerado dado que incide muy poco en los costos	1	1
Falta de estabilidad macroeconómica y política p/invertir a mediano plazo	1	1
Marco legal que favorezca, impulse, promueva a las empresas que se preocupan por hacer un uso más eficiente y limpio de la energía	1	1
otros proveedores	1	1
Posible traslado de la planta industrial	1	1
Continua búsqueda de oportunidades	1	1

El resto de los obstáculos son casos particulares expuestos en algunas encuestas. Entre dichos obstáculos vale la pena resaltar los siguientes:

- Falta de tiempo, expresada como tal, o con expresiones indirectas como “temas productivos”: se entiende que el personal que trabaja en el establecimiento tiene todo su tiempo ocupado con otras funciones no relacionadas con el uso eficiente de la energía.
- Falta de capacidad de gestión para optimizar los recursos energéticos de la planta. Vencer esta barrera requiere voluntad de la empresa para contratar el o los profesionales que consagren su actividad en la empresa a la gestión energética.
- Apoyo de UTE: La experiencia en algunos países señala que las empresas energéticas, más aún si son estatales, constituyen una herramienta muy importante en la promoción y apoyo a la eficiencia con que usan la energía sus clientes (i.e Brasil o Canadá).
- La poca importancia del costo de la energía en los costos de producción. Sólo un establecimiento mencionó este obstáculo, aún cuando fueron 12 los establecimientos que afirmaron que el costo de la energía no era importante.
- Falta de estabilidad macroeconómica y política para invertir a mediano plazo. Ello podría ser una barrera para el ahorro de energía en el caso de inversiones de gran magnitud.

- Falta de un marco legal que favorezca, impulse, promueva a las empresas que se preocupan por hacer un uso más eficiente y limpio de la energía. Obviamente, para que las potencialidades de eficiencia energética se concreten es indispensable que dicho marco legal exista y el país destine recursos importantes a impulsar que las medidas requeridas se materialicen.

Estrato GMP del Sector Industrial

a) Encargados de la Energía

En el cuadro siguiente se presentan los resultados a la pregunta sobre la existencia de una persona encargada de la energía en el establecimiento industrial, para el estrato GMP.

Cuadro 5.9.4.9
Respuesta a la pregunta de Encargados de Energía en el estrato GMP del Sector Industrial

¿Tienen un Encargado de la Energía?	Respuestas		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Cantidad de Encuestas	284	67	1	352
Porcentaje de Encuestas	80,7	19,0	0,3	100

Sólo el 19% de los 352 establecimientos GMP encuestados (67 establecimientos), afirma tener un encargado de la energía. Sin embargo, el título del cargo que ocupan dichos encargados de energía no tiene relación con la eficiencia energética o con el uso racional de la energía; en la mayoría de los casos, éste se relaciona con mantenimiento, electricidad, cargos técnicos, jefaturas o gerencias de planta, procesos o ingeniería. No obstante, en las funciones de estos “Encargados de Energía”, sólo hay 4 establecimientos en que en sus funciones se mencionan aspectos del uso racional de la energía.

b) Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción

El 71% de los establecimientos GMP encuestados (250 establecimientos) afirma que el costo energético es importante en sus costos de producción, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.9.4.10
Respuesta a la pregunta si es importante la energía en el estrato GMP del Sector Industrial

¿Es importante el Costo de la Energía?	Respuestas		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Cantidad de Encuestas	92	250	10	352
Porcentaje de Encuestas	26,1	71,0	2,8	100

El cuadro siguiente cuantifica la importancia del costo de la energía en porcentaje respecto a los costos totales de producción, agrupados en rangos de importancia, según la respuesta de los encuestados. Si bien existe una ligera inconsistencia en las cifras del cuadro anterior y el siguiente (ver en el cuadro siguiente las cifras para importancia del costo de la energía de 1-10% y 11-20%), se estima que lo importante de esta información son las respuestas respecto de la incidencia del costo de la energía en los costos de producción.

Para el 24% de las encuestas GMP el costo de la energía no supera el 10% de sus costos de producción, en este rango de costo energético está el mayor porcentaje de encuestas MG. El 40% de las encuestas no entregó esta cifra, algunas porque afirmaron que tal costo no era importante, el 26% de las encuestas, de los que se deduce que un 14% de las

encuestas considera importante el costo de la energía pero no informaron su importancia en el costo total de producción.

Es importante destacar que para el 36% restante de las empresas el costo de la energía supera el 10% del costo de producción, lo que estaría modificando la idea ampliamente difundida de que para la mayoría de las empresas la energía representa entre un 5% a 10% de sus costos.

Cuadro 5.9.4.11
Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción en las Encuestas del estrato GMP del Sector Industrial

Importancia Costo Energía	Cantidad de Encuestas	Porcentaje de Encuestas
1-10%	83	24
11-20%	52	15
21-35%	28	8
36-50%	30	9
51-75%	6	2
76-100%	12	3
en blanco	141	40
Total	352	100

El cuadro siguiente presenta esta información desagregada por subsector industrial; las cifras dentro del cuadro corresponden a la cantidad de encuestas realizadas. En la última columna del cuadro se agregó el consumo de energía de cada subsector en kTep para mejorar el análisis de la importancia del costo de la energía. Es conveniente recordar que en el estrato GMP se concentra sólo el 28% del consumo de Energía Neta del Sector Industrial y el 26,5% del potencial de ahorro estimado para el sector.

Cuadro 5.9.4.12
Importancia del Costo de la Energía en los Costos de Producción en las Encuestas del estrato GMP y Consumo de Energía por Subsector Industrial.

Subsector	Cantidad de encuestas por rango de costo de la energía respecto del costo de producción total							Cantidad Encuestas	Consumo Energía kTep
	1-10%	11-20%	21-35%	36-50%	51-75%	76-100%	en blanco		
Frigoríficos		1	1	2			5	9	18,7
Industria láctea	4	3				1	4	12	13,7
Molinos	1	7	1	2	1		5	17	13,9
Otras Industrias Alimenticias	22	5	3	9	3	2	21	65	28,8
Bebidas y tabaco	7	2				1	10	20	3,7
Textil	10	9	3	5		1	11	39	22,3
Cuero	2	1	2	2			4	11	7,8
Madera	7	2	2			1	7	19	9,9
Papel	3	2	2				7	14	11,7
Química (excepto petróleo)	5	2				1	14	22	6,7
Caucho y plástico	9	10	6	5		1	7	38	6,1
Vidrio	2	1		1		1	1	6	0,5
Cerámica			3	1		1	1	6	2,1
Cemento		1						1	0,06
Metálicas básicas				1			1	2	2,5

Maquinaria y equipos	5	4	3	2	2		21	37	8,4
Otras Manufactureras	6	2	2			2	22	34	1,1
Cantidad Encuestas	83	52	28	30	6	12	141	352	158,1

En primer lugar en el estrato GMP está el Subsector Otras Industrias Alimenticias, el que concentra el 18,2% del consumo de energía de este estrato del Sector Industrial. Se encuestaron 65 establecimientos. Los costos energéticos de este subsector son bastante heterogéneos, con establecimientos en todos los rangos de costo. Hay 22 establecimientos (el 33% de los establecimientos GMP encuestados de este subsector) con costos energéticos en el rango 1-10%, 5 establecimientos (el 7,7%) en el rango 11-20%, 3 establecimientos (el 4,6%) en el rango 21-35%, 9 establecimientos (el 13,8%) en el rango 36-50%, 3 establecimientos (el 4,6%) en el rango 51-75% y 2 establecimientos (el 3%) en el rango 76-100%. También hay 21 establecimientos que no respondieron esta pregunta (el 32% de los establecimientos GMP encuestados de este subsector).

En segundo lugar en el estrato GMP está el Subsector Textil, el que concentra el 14,1% del consumo de energía de este estrato del Sector Industrial. Se encuestaron 39 establecimientos. Los costos energéticos de este subsector son en su mayoría inferiores al 20%: Hay 10 establecimientos (el 25,6% de los establecimientos GMP encuestados de este subsector) con costos energéticos en el rango 1-10%, 9 establecimientos (el 23%) en el rango 11-20%, 3 establecimientos (el 7,7%) en el rango 21-35%, 5 establecimientos (el 12,8%) en el rango 36-50% y 1 establecimientos (el 2,5%) en el rango 76-100%. También hay 11 establecimientos que no respondieron esta pregunta (el 28,2% de los establecimientos GMP encuestados de este subsector).

Y en tercer lugar en el estrato GMP está el Subsector Frigoríficos, el que concentra el 11,8% del consumo de energía de este estrato del Sector Industrial. Se encuestaron 9 establecimientos. Los costos energéticos de este subsector no superan el 50%: Hay 1 establecimiento (el 11% de los establecimientos GMP encuestados de este subsector) con costos energéticos en el rango 11-20%, 1 establecimiento (el 11%) en el rango 21-35% y 2 establecimientos (el 22%) en el rango 36-50%; sin embargo, 5 establecimientos no respondieron esta pregunta (el 55% de los establecimientos GMP encuestados de este subsector).

c) Medidas de Ahorro de Energía Implementadas o con Intención de serlo

El 54% de los establecimientos GMP encuestados afirma que ha implementado o tiene intención de implementar medidas de ahorro de energía, cifra claramente inferior a la de los establecimientos que afirman que sus costos energéticos son importantes en sus costos de producción, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.9.4.13
Respuesta a la pregunta de implementación de medidas de ahorro de energía en el estrato GMP del Sector Industrial

¿Ha implementado o tiene intención de implementar medidas de ahorro de energía?	Respuesta		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Total encuestas	152	190	10	352
Porcentajes	43,2	54,0	2,8	100

En el cuadro siguiente se presentan las medidas de ahorro de energía, informadas por los encuestados del estrato industrial GMP, como implementadas o con intención de ser implementadas. Los porcentajes presentados en el cuadro están referidos a los 352 establecimientos GMP encuestados. Las 9 primeras medidas del cuadro corresponden a preguntas incluidas en el formulario de la encuesta, las medidas restantes fueron incorporadas por los encuestados en el formulario de la encuesta.

En términos generales se puede señalar que priman las medidas implementadas de ahorro de energía sobre las intenciones de implementar dichas medidas.

Las 4 primeras medidas de ahorro, es decir, las más implementadas o con intención de serlo, en los establecimientos industriales MG son:

- Identificación de los procesos con mayores consumos de energía (citada en el 77% de los establecimientos que la mencionaron).
- Estudio de posibilidades de ahorro de energía en estos procesos (citada en el 75% de los establecimientos que la mencionaron).
- Programación de la producción (citada en el 66% de los establecimientos que la mencionaron).
- Mejoramiento de los sistemas de control de procesos (citada en el 63% de los establecimientos que la mencionaron); esta medida está vinculada técnicamente con la medida anterior.

Las dos primeras medidas de ahorro no producen directamente un ahorro de energía, pues son más bien los primeros pasos que conducen hacia la generación ahorros de energía; ellas se han implementado en el 29% y 21% de los establecimientos GMP encuestados, respectivamente. En cambio, la programación de la producción y el mejoramiento de los sistemas de control, sí pueden producir ahorros de energía y éstos pueden llegar a ser importantes en algunos casos, ahorros de uno o dos dígitos (en porcentaje); estas medidas se informan implementadas en el 17% y 25% de los establecimientos GMP encuestados. Por otro lado, llevar a cabo estas 4 medidas de ahorro de energía, genera un cambio conductual en la empresa que podría extenderse al uso óptimo de los insumos. De estas 4 medidas, tal vez el mejoramiento de los sistemas de control sea la única que requiera inversiones importantes.

Luego siguen las medidas de mejoramiento de la aislación térmica en cañerías y equipos, citadas en 23% y 27% de los establecimientos industriales GMP encuestados, respectivamente. Estos ahorros de energía pueden ser significativos cuando la situación inicial es precaria (cañerías y equipos sin aislar), pudiendo lograrse ahorros de dos dígitos (en porcentaje) dependiendo de las dimensiones de los sistemas a aislar. Cuando la situación inicial es regular, es decir, se requiere mejorar el aislamiento térmico en algunas zonas o hay que reemplazar el aislamiento porque ya cumplió su ciclo de vida, o la aislación diseñada para el equipo no fue la óptima, los ahorros son en general, de un dígito. En todos los casos, es muy probable que estas medidas sean económicamente viables.

Respecto a la recuperación de condensado, esta práctica puede llegar a producir ahorros en torno al 10%, o tal vez un poco más. En el estrato industrial GMP es citada en el 11% de los establecimientos encuestados y se menciona como implementada en el 8% de ellos. Esta medida, además de ahorrar energía también produce un ahorro de agua.

La recuperación de calor en calderas mediante economizadores es más sencilla que la recuperación de calor en hornos; estas medidas se citan en el 6% y el 5% de los establecimientos GMP encuestados. Ambas mejoras requieren de inversiones y de desarrollos de ingeniería para las modificaciones en los equipos involucrados, especialmente en el caso de hornos. En el caso de las calderas, los ahorros posibles de

obtener son de un dígito, en cambio en hornos, los ahorros pueden llegar a ser de dos dígitos.

Cuadro 5.9.4.14

Medidas de Ahorro de Energía Implementadas o con Intención de serlo en las Encuestas del estrato GMP del Subsector Industrial.

Medidas	Implementada		Intención		Total	
	Cantidad Encuestas	Porcentaje Encuestas	Cantidad Encuestas	Porcentaje Encuestas	Cantidad Encuestas	Porcentaje Encuestas
1. Identificación de los procesos con mayores consumos de energía	102	29	31	9	133	38
2. Estudio de posibilidades de ahorro de energía en estos procesos	73	21	49	14	122	35
3. Mejoramiento de los sistemas de control de procesos	61	17	45	13	106	30
4. Programación de la producción	89	25	32	9	121	34
5. Mejorar la recuperación de condensado	27	8	13	4	40	11
6. Recuperación de calor en calderas (economizador)	11	3	10	3	21	6
7. Recuperación de calor en hornos	8	2	9	3	17	5
8. Mejoramiento de la aislación térmica de los equipos	57	16	37	11	94	27
9. Mejoramiento de la aislación térmica de cañerías	49	14	33	9	82	23
10. Disminución de la potencia reactiva	6	1,7			6	1,7
11. Cambio de lámparas por el tipo de bajo consumo	6	2	3	1	9	3
12. Controlar el uso de la iluminación	5	1,4			5	1,4
13. No deja luces prendidas y máquinas si no se usan	1	0,3			1	0,3
14. Cambio horario de trabajo en horas picos			1	0,3	1	0,3
15. Actualización de la instalación eléctrica	1	0,3			1	0,3
16. Renovación del cableado y cambio de tensión de 220v a 380v	1	0,3	1	0,3	2	0,6
17. Cambio para motores de velocidad variable	1	0,3	1	0,3	2	0,6
18. Consultoría en costos Fomypes con la Universidad Católica	1	0,3			1	0,3
19. Cambio de combustible	1	0,3			1	0,3
20. Disminuir la producción lamentablemente			1	0,3	1	0,3
21. Mejoras en manejo de puertas de cámaras	1	0,3	1	0,3	2	0,6
22. Modernización de equipos de producción más eficientes			1	0,3	1	0,3
23. Recuperación de calor en CHILLER	1	0,3			1	0,3
24. Recuperación de energía brindada por un aparato con forma de termo	1	0,3			1	0,3
25. Sustitución caldera a vapor por caldera eléctrica			1	0,3	1	0,3
26. Sustitución de energía			1	0,3	1	0,3
27. Sustitución de maquinaria			1	0,3	1	0,3

Las medidas de ahorro de energía que siguen a las ya mencionadas fueron listadas por los propios encuestados. La primera de ellas, la reducción de la potencia reactiva es equivalente a la corrección del factor de potencia mencionada en el estrato MG. Esta

medida puede producir o no un ahorro de energía según cómo se implemente. Lo que comúnmente produce es un ahorro en el pago de electricidad al distribuidor, mediante la instalación de condensadores en la conexión a la red eléctrica de distribución; este hecho no produce un menor consumo de corriente eléctrica, sólo disminuye la potencia reactiva en la red eléctrica del distribuidor. Si la corrección del factor de potencia se logra reduciendo la potencia reactiva en el punto de conexión de los equipos, se reduce el consumo de corriente eléctrica en el establecimiento. Esta medida fue implementada en el 1,7% de los establecimientos GMP encuestados.

En el 2% de los establecimientos GMP encuestados se ha implementado el uso de lámparas de bajo consumo, un 1% adicional menciona su intención de implementar esta medida. Esta medida puede producir un porcentaje ahorro de 2 dígitos en este Uso, pero hay que tener en cuenta que en el Sector Industrial el consumo en iluminación tiene una participación reducida en el consumo total de energía de un establecimiento. Además, en un 1,4% de los establecimientos GMP encuestados, se han implementado medidas de control en el uso de la iluminación.

En el estrato GMP también se menciona el cambio en el voltaje de distribución, que como se mencionó anteriormente, produce un ahorro de energía, debido a que para una misma potencia, al aumentar el voltaje disminuyen las pérdidas Joule (porque son proporcionales al cuadrado de la corriente eléctrica).

Cada una de las medidas que siguen son casos particulares; cada una es citada en un único establecimiento, destacándose las más interesantes :

- Cambio de motores para introducir variadores de velocidad: esto aplica a motores eléctricos; el porcentaje de ahorro de esta medida es de unas decenas.
- Mejoras en manejo de puertas de cámaras: esto es en cámaras de frío.
- Modernización de equipos de producción más eficientes
- Recuperación de calor en CHILLER

d) Obstáculos para el Ahorro de Energía

Un 77% de los establecimientos GMP encuestados manifestó interés por adoptar medidas de ahorro de energía; sin embargo, como se expuso en el punto c), es menor el porcentaje de establecimientos que indicó haber realizado medidas o tener intención de realizarlas. Esta diferencia aparente se explica en parte por las barreras al ahorro de energía. En el cuadro siguiente se presentan los resultados de esta pregunta de la encuesta.

Cuadro 5.9.4.15
Respuesta a la pregunta de interés por adoptar medidas de ahorro de energía en el estrato GMP del Sector Industrial

¿Interesaría adoptar medidas de ahorro de energía?	Respuesta		No contesta	Total Encuestas
	No	Si		
Total	74	272	6	352
Porcentajes	21,0	77,3	1,7	100,0

En el cuadro siguiente se presentan los obstáculos al ahorro de energía, informados por los encuestados del estrato industrial GMP. Los 7 primeros obstáculos del cuadro (inclusive "NINGUNO") corresponden a barreras explicitadas en el formulario de la encuesta; los obstáculos restantes fueron identificados por los mismos encuestados en el formulario de la encuesta.

En general, en cada encuesta, citan más de un obstáculo, no obstante, los principales obstáculos se comentarán independientemente.

El obstáculo más citado por las encuestas es el costo de implementación de las medidas e inversión en equipos (se menciona en 144 encuestas, el 41% de las establecimientos GMP encuestados). Los costos de inversión, sólo después de haber implementado exitosamente varias medidas de ahorro con costos de inversión muy reducidos o prácticamente nulos y plazos de recuperación de la inversión pequeños, son de verdad un obstáculo para el ahorro de energía. Se pueden obtener ahorros de energía importante con inversiones muy pequeñas.

En segundo lugar se incluye la falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía (se menciona en 122 encuestas, 35% de las GMP); este obstáculo está muy ligado al primero; porque las inversiones en equipos ocurren una vez que se conocen adecuadamente las características de los equipos y se puede evaluar con cierta certeza los costos y beneficios de su introducción.

A continuación se destaca la falta **de conocimiento suficiente sobre el tema** (se menciona en 116 encuestas, el 33%); en realidad éste parece ser uno de los **verdaderos obstáculos** al ahorro de energía. Vencer esta barrera permitirá vencer mucho más fácilmente todos los otros obstáculos; ello requiere de cursos de pregrado en universidades, cursos de formación técnica, diplomados o postítulos, capacitación de ingenieros y técnicos, etc. En otro establecimiento se afirma lo siguiente como un obstáculo: “Entendemos que no podemos hacer nada”, claramente esto es falta de conocimiento.

Cuadro 5.9.4.16
Obstáculos para el Ahorro de Energía en las Encuestas del estrato GMP del Subsector Industrial.

OBSTACULOS	Cantidad de encuestas que identificaron este obstáculo	% de Encuestas
Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos	144	41
Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía	122	35
Falta de conocimiento suficiente sobre el tema	116	33
Falta de financiamiento	91	26
Ausencia de empresas o profesionales capacitados	52	15
NINGUNO	19	5
Falta de tiempo	3	0,9
Personal-tiempo	1	0,3
Falta de dedicación de recursos	1	0,3
Ausencia de incentivos para ahorrar energía	1	0,3
Entendemos que no podemos hacer nada	1	0,3
Se esta trabajando con técnicos apropiados en el tema.	1	0,3
Aumentar la producción	1	0,3
Burocracia UTE	1	0,3
Falta de información de la ley inter. de UTE	1	0,3
monopolio de UTE	1	0,3
Demora en instalación de caldera eléctrica	1	0,3
Acceso a otras fuentes de energía.	1	0,3
No se estimula el uso de otras energías alternativas	1	0,3
Precio y disponibilidad del GN	1	0,3
Variabilidad de los servicios prestados por nuestra empresa	1	0,3

El cuarto obstáculo es la falta de financiamiento (se menciona en 91 encuestas, el 26%). El financiamiento se requiere en distintas etapas del proceso de ahorro de energía: desde los estudios de pre-inversión o auditorías, hasta el financiamiento de las inversiones recomendadas por esos estudios.

En el quinto lugar se menciona el obstáculo ausencia de empresas o profesionales capacitados (se menciona en 52 encuestas, el 15%). Ello ocurre, probablemente, más bien por falta de un mercado pujante que contrate profesionales o empresa consultoras especialistas en el tema, mas que por falta de profesionales con conocimientos en energía.

En el sexto lugar, 19 establecimientos GMP, el 5%, afirman que no hay obstáculos para el ahorro de energía.

En tres establecimientos GMP, casi un 1% de los encuestados, se menciona la falta de tiempo como un obstáculo: se entiende que el personal que trabaja en el establecimiento tiene todo su tiempo ocupado con otras funciones no relacionadas con el uso eficiente de la energía. Similarmente en un establecimiento se menciona como obstáculo la variable personal-tiempo, que se podría entender como equivalente al anterior; y en otro establecimiento se menciona como obstáculo la falta de dedicación de recursos.

Por otro lado, en tres establecimientos mencionan a UTE como un obstáculo, por distintos motivos: burocracia, falta de conocimiento de la ley y monopolio de UTE.

En algunos establecimientos citan la falta de acceso a fuentes de energía alternativas, sin embargo esto no es uso racional de energía. El resto de los obstáculos son casos particulares expuestos en algunas encuestas.

5.10. Mercado Disputable para los Procesos de Sustitución

En esta sección se trata, en primer lugar y en forma sintética, la metodología con que se analizan los procesos de sustitución entre fuentes energéticas en el Sector Industrial.

Luego se presentan los resultados de la encuesta en su parte dedicada a la ponderación de la importancia que dan los establecimientos industriales a las variables que inciden en la elección de sus fuentes de energía (Ponderación de Objetivos).

Finalmente se analiza el mercado potencial para la penetración del Gas Natural en el Sector Industrial, en los Usos energéticos que emplean como fuente de energía Derivados del Petróleo y que compiten con el Gas Natural.

5.10.1. Aspectos Metodológicos de los Procesos de Sustitución

Para poder analizar un proceso de sustitución energética es necesario, en primer lugar, determinar que fuentes compiten, o van a competir dentro del periodo de prospectiva, para la satisfacción de un determinado uso. La disponibilidad y acceso de los consumidores a tal o cual fuente, y la tecnología para su utilización, son determinantes a la hora de analizar las sustituciones.

Luego, podemos clasificar a los factores que inciden en las sustituciones en dos grandes grupos: 1) de índole social; y 2) de índole individual. Los primeros se enmarcan en las políticas energéticas públicas implementadas o a implementar; por ejemplo la promoción o desaliento en la utilización de tal o cual fuente atento a la magnitud de sus reservas, su

impacto en la balanza comercial y la autarquía energética, la generación de valor agregado local, el impacto ambiental, etc. Entre los segundos, los factores de índole individual, se consideran como más importantes: a) el costo de la fuente, b) el costo de inversión en equipos e instalaciones, c) la calidad de la prestación, y d) el impacto ambiental.

Estos últimos son los que inciden directamente en la decisión del consumidor en la elección de la fuente y tecnología, teniendo en cuenta los cuatro factores en forma conjunta, es decir, es una decisión de tipo multiobjetivo. Los factores de índole social inciden directamente en la decisión del consumidor mediante la aplicación de impuestos y/o subsidios, restricciones al consumo, extensión de las redes de distribución, campañas de concientización, etc.

El grado de penetración de una fuente, y en consecuencia la regresión de otras, depende de los valores relativos de los factores entre las fuentes-tecnologías que compiten tanto en el año base como en los años de proyección y de la ponderación que el usuario asigne a cada factor.

El análisis de sustituciones excede los alcances de este estudio, por lo que aquí nos limitaremos a presentar los resultados de la encuesta en cuanto a la importancia que el encuestado le asigna a cada uno de los factores individuales y a estimar el potencial teórico de penetración del Gas Natural, como si sustituyera en su totalidad a las fuentes en los usos industriales en que compite actualmente o pudiera competir, si todos los establecimientos industriales tuvieran acceso al mismo.

5.10.2. Ponderación de Objetivos

A continuación se presentan, para los estratos MG y GMP, la importancia que asignaron los encuestados a los siguientes factores que influyen en la elección de sus fuentes de energía y en la sustitución de las mismas. Los cuatro factores de sustitución evaluados son los siguientes:

- a) Costo de la fuente de energía
- b) Costo del equipamiento nuevo a instalar para poder utilizar la fuente de energía
- c) La seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía, en su manejo y almacenamiento
- d) El daño sobre el medio ambiente por la utilización de la fuente

Los ponderadores de importancia usados son los números 1, 2, 3 y 4, donde el 1 se asigna al factor considerado más importante en un establecimiento y el 4 al que se considera menos importante. Algunas encuestas no respondieron a la pregunta o alguno de los factores, tales casos se registran como S/R (Sin Respuesta) en los cuadros de resultados siguientes.

Estos resultados se ingresan en modelos de prospectiva energética para estimar la penetración de las distintas fuentes de energía en el mercado. Sin embargo, en esta sección se pretende hacer un análisis preliminar de estos resultados, intentando definir qué factor de sustitución es más importante y cuál el menos.

Los resultados para el estrato MG se presentan en el cuadro 5.10.2.1. Hay que señalar que algunas encuestas, en las respuestas a esta pregunta, no utilizaron todos los números indicadores de importancia: algunos anotaron sólo uno (1), otros respondieron sólo con unos (1) y dos (2), en los cuatro factores de sustitución, etc. Por este motivo, en los cuadros 5.10.2.1 y 5.10.2.2 (cuadro de la encuesta GMP), los totales verticales no son iguales a los totales horizontales. La columna "Total Horizontal" de los cuadros 5.10.2.1 y 5.10.2.2

corresponde a la cantidad de encuestas realizadas en los estratos MG y GMP, respectivamente.

Cuadro 5.10.2.1

Cantidad de Respuestas según Importancia de los Factores de Sustitución en el Estrato MG

Nº	Factor de Sustitución	Cantidad Respuestas					Total Horizontal
		1	2	3	4	S/R	
a)	Costo fuente energía	72	16	4	4	8	104
b)	Costo equipamiento nuevo instalaciones	12	24	23	36	9	104
c)	Seguridad, comodidad y limpieza fuente energía	14	30	32	19	9	104
d)	Daño sobre medio ambiente	19	24	26	27	8	104
	Total Vertical	117	94	85	86	34	

Cuadro 5.10.2.2

Cantidad de Respuestas según Importancia de los Factores de Sustitución en el Estrato GMP

Nº	Factor de Sustitución	Cantidad Respuestas					Total Horizontal
		1	2	3	4	S/R	
a)	Costo fuente energía	215	52	30	23	32	352
b)	Costo equipamiento nuevo instalaciones	52	126	66	74	34	352
c)	Seguridad, comodidad y limpieza fuente energía	54	89	132	45	32	352
d)	Daño sobre medio ambiente	51	47	62	157	35	352
	Total Vertical	372	314	290	299	133	

Con el tipo de resultados presentados en los cuadros 5.10.2.1 y 5.10.2.2 se hace difícil discernir globalmente que factor de sustitución es más importante para los industriales uruguayos, cuál factor es el menos importante, etc. Con tal objeto, se asignaron los siguientes puntajes a los indicadores de importancia:

Indicador de Importancia	Significado	Puntaje
1	Más importante	4
2	2º más importante	3
3	3º más importante	2
4	Menos Importante	1

Luego, para estimar una importancia “absoluta” de un factor de sustitución en los estratos del Sector Industrial uruguayo, se emplea la siguiente fórmula, donde:

- I_X es el puntaje de importancia absoluto del factor de sustitución X
- $I_{X,n}$, con $n = 1$ a 4 , es el cantidad de respuestas en el factor de sustitución X con el indicador de importancia n.

$$I_X = I_{X,1} \cdot 4 + I_{X,2} \cdot 3 + I_{X,3} \cdot 2 + I_{X,4} \cdot 1$$

En los cuadros 5.10.2.3 y 5.10.2.4 se presentan los resultados de la aplicación de la ecuación anterior a las respuestas de los factores de sustitución en los estratos MG y GMP, respectivamente:

Cuadro 5.10.2.3

Puntaje de Importancia de los Factores de Sustitución en el Estrato MG

X	Factor de Sustitución	Puntaje Importancia					Resultado
		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	Total	
a)	Costo fuente energía	288	48	8	4	348	Más Importante
b)	Costo equipamiento nuevo instalaciones	48	72	46	36	202	Menos Importante
c)	Seguridad, comodidad y limpieza fuente energía	56	90	64	19	229	2º más Importante
d)	Daño sobre medio ambiente	76	72	52	27	227	3º más Importante

Cuadro 5.10.2.4

Puntaje de Importancia de los Factores de Sustitución en el Estrato GMP

X	Factor de Sustitución	Puntaje Importancia					Resultado
		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	Total	
a)	Costo fuente energía	860	156	60	23	1099	Más Importante
b)	Costo equipamiento nuevo instalaciones	208	378	132	74	792	2º más Importante
c)	Seguridad, comodidad y limpieza fuente energía	216	267	264	45	792	2º más Importante
d)	Daño sobre medio ambiente	204	141	124	157	626	Menos Importante

De acuerdo con el puntaje de importancia total indicado en cada cuadro (5.10.2.3 y 5.10.2.4) se deduce la importancia que tiene para el Sector Industrial uruguayo cada factor de sustitución, el cual fue indicado en la columna “Resultado” del mismo cuadro.

En el estrato MG el lugar de importancia en que quedó cada factor de sustitución es relativamente claro: el factor más importante en este estrato del Sector Industrial sería el “Costo de la fuente” y que el factor menos importante sería el “Costo equipamiento nuevo instalaciones”; por el contrario, las diferencias entre los factores restantes es menor, a juzgar por los puntajes calculados.

En el estrato GMP, esta estimación también indica que el “Costo de la fuente” sería el factor más importante y que el “Daño sobre el medio ambiente” es menos importante; además, en este estrato, los factores de sustitución b) y c) serían considerados igualmente como el 2º factor de sustitución más importante; el intentar hacer un análisis más fino del cuadro 5.10.2.4, no aclara más la situación: el factor de sustitución b) tiene una mayor tendencia a que sea el 2º más importante, ya que I₂ tiene 378 puntos, valor superior a I₁ e I₃ para este factor; en cambio, para el factor c) la diferencia en el puntaje de I₂ e I₃ es mínima, aunque I₃ es mayor a I₂ para este factor; sin embargo, el puntaje I₁ del factor c) (216) es mayor que el puntaje I₁ del factor b) (208).

5.10.3. Mercado Potencial para la Penetración del Gas Natural

A continuación se analiza el mercado potencial en el Sector Industrial para la penetración del Gas Natural. Este cálculo parte de los siguientes supuestos y consideraciones:

- a) Se supone que las redes de distribución cubren todo el país y todos los usuarios industriales prefieren el Gas Natural a las fuentes sustitutas. Es claro entonces que estamos hablando de un potencial teórico de penetración del Gas Natural.
- b) Se supone que el Gas Natural no desplaza a la Leña ni a los Residuos de Biomasa. En el caso de la Leña se distinguen las cantidades compradas en el mercado de la recolectada o producida por los propios consumidores (lo que reduce el margen de sustitución). En el caso de los Residuos de Biomasa al ser subproductos de las propias actividades industriales son de muy difícil sustitución; salvo que existan usos alternativos más interesantes para dichos residuos.
- c) Tampoco se considera, por razones técnicas, la sustitución de Carbón Mineral ni Coque utilizados en la industria siderúrgica.
- d) El consumo de Electricidad en los usos calóricos se concentra principalmente en Calor Directo. Tampoco se considera que dichos consumos serán sustituidos dada la especificidad de los mismos, básicamente en lo que respecta al control del proceso y exigencias de calidad del producto final.

Entonces la penetración del Gas Natural se circunscribe, en este cálculo, a la sustitución de Derivados del Petróleo en los usos calóricos.

El suministro energético cuya fuente de energía se podría reemplazar por Gas Natural corresponde al consumo de Energía Útil. El Cuadro 5.10.3.1 resume la matriz de fuentes y usos en Energía Útil del Sector Industrial para los combustibles Derivados del Petróleo y los usos en que participan compitiendo con el Gas Natural.

Cuadro 5.10.3.1
Sector Industrial
Consumo de Energía Útil de Derivados del Petróleo por Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GP	DO	GO	FO	RP	Total
Generación de Vapor	1.185	151	99	275	44.112		45.822
Otras Calderas	115	33		307	3.263		3.718
Calor Directo	157	1.320	13	994	10.542	14.090	27.117
Usos No Productivos	1.015	1.327	2	22	1		2.367
Total	2.509	2.890	133	3.545	59.125	14.090	82.292

Fuente: elaboración propia.

No se consideró en estas estimaciones el Uso Cogeneración de Vapor con Fuel Oil por su vínculo con la Cogeneración de Electricidad, el cual no se considera como un Uso industrial de la energía, sino como un Centro de Transformación.

El consumo de Energía Útil de derivados del petróleo con potencial de ser reemplazado es de 82,3 kTep, cifra que equivale al 20,4% de todo el consumo de Energía Útil del Sector Industrial (404,1 kTep). Los Usos más importantes en que podría penetrar el Gas Natural son la Generación de Vapor y el Calor Directo, reemplazando 72,9 kTep de Energía Útil.

Para estimar el consumo neto de Gas Natural que aportaría la Energía Útil de los derivados del petróleo, se supone que el Gas Natural tendría en cada Uso el rendimiento medio que tiene en dichos Usos para el año 2006. En el Cuadro 5.10.3.2 se presenta el rendimiento y el consumo actual del Gas Natural en los Usos donde hay competencia y el consumo neto de Gas Natural que reemplazaría la Energía Útil de los combustibles derivados del petróleo en dichos Usos. En la última columna del Cuadro 5.10.3.2 se indica cuantas veces aumentaría el consumo de Gas Natural respecto al consumo del año 2006. Se asumió reemplazo total de los derivados del petróleo por Gas Natural.

Cuadro 5.10.3.2
Sector Industrial
Mercado Potencial del Gas Natural
Año 2006 – en Tep

Usos	Consumo Neto Actual	Rendimiento %	Consumo Neto Potencial	Consumo Neto Total	Aumento de Consumo
Generación de Vapor	19.789	81,2	56.443	76.232	385%
Otras Calderas	2.612	85,0	4.377	6.989	268%
Calor Directo	37.668	55,7	48.669	86.337	229%
Usos No Productivos	381	75,0	3.156	3.537	929%
Total	60.450		112.645	173.095	286%

Fuente: elaboración propia.

Si el Gas Natural reemplazase los usos de los combustibles derivados del petróleo del año 2006, el consumo neto total de Gas Natural aumentaría un 286%, es decir, casi se triplicaría, ya que pasaría de 60,5 kTep a 173,1 kTep. Mirando el detalle por Usos, el consumo de Gas Natural en Generación de Vapor casi se cuadruplicaría, pasando de 19,8 kTep a 76,2 kTep; en Calor Directo el consumo neto de Gas Natural aumentaría a más del doble, pasando de 37,7 kTep a 86,3 kTep. El mayor aumento porcentual de consumo se produce en los Usos No Productivos, pero en cantidad es el menor consumo neto.

6. Consumo de Energía Neta y Útil por Subsector Industrial

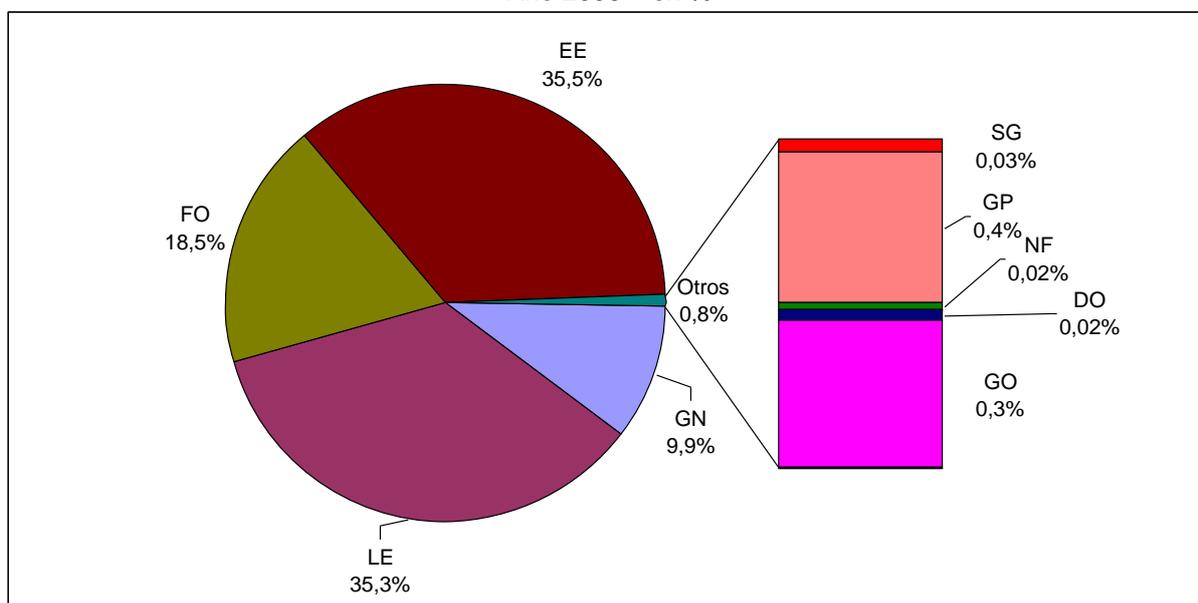
6.1 Frigoríficos

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 13.877 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 57,4 kTep, representando un 10,1% del total del Sector Industrial y ocupando el cuarto lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 3,418 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 67,4% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 32,6% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 42,8 kTep, representando el 10,6% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 74,5%, valor cercano al promedio de todo el Sector Industrial.

En el Cuadro 6.1.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Electricidad de 20,4 kTep, el que representa el 35,5% del consumo Neto, el de Leña de 20,3 kTep con un 35,3% de participación, el de Fuel Oil de 10,6 kTep equivalente al 18,5% del consumo del subsector y por último el Gas Natural con 5,7 kTep y una participación de casi 10%. Estas cuatro Fuentes concentran el 99,2% del consumo del subsector. El Cuadro 6.1.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.1.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Frigoríficos. Este subsector no utiliza las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

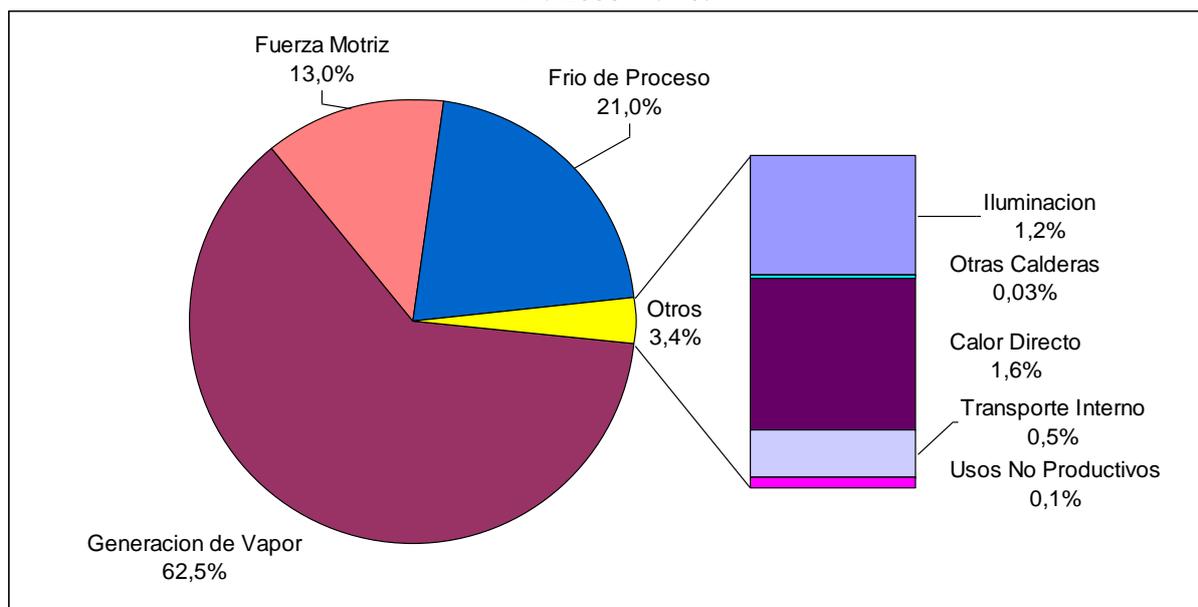
Gráfico 6.1.1
Subsector: Frigoríficos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, especialmente en Generación de Vapor donde compiten contra la Leña (56,5% de participación en el Uso), el Fuel Oil (27,7%) y el Gas Natural (15,8%); en Calor Directo donde las principales fuentes son el Fuel Oil (74,1% de participación) y el Gas Propano (21,4%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso) ni tampoco tiene competencia en el Uso Otras Calderas, en Transporte Interno compite contra el Gas Oil; por último, en Calor Directo la Electricidad tiene una participación marginal.

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 35,9 kTep, representando el 62,5% del consumo del subsector, Frío de Proceso que consume 12,1 kTep con una participación de 21,0% y Fuerza Motriz con 7,5 kTep y un 13,0% de participación en el consumo. Estos tres Usos concentran el 96,6% del consumo del subsector. El Cuadro 6.1.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.1.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Frigoríficos. En el subsector no están los Usos: Cogeneración de Vapor y Electroquímicos.

Gráfico 6.1.2
Subsector: Frigoríficos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



En los Usos, destaca el hecho que la Generación de Vapor concentra la totalidad del consumo de Gas Natural y Leña y casi la totalidad del consumo de FUEL OIL (el 93,8% de su consumo). El Frío de Proceso concentra el 59,2% del consumo de Electricidad y la Fuerza Motriz el 36,6% de su consumo. En los Usos menos importantes, el Calor Directo concentra el 94,5% del consumo de Gas Propano y el Transporte Interno es responsable de todo el consumo de Nafta, Diesel Oil y Gas Oil.

En el Cuadro 6.1.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.1.5 y 6.1.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Los bajos rendimientos de algunos Usos de la Electricidad cambian la participación de esta Fuente en Energía Útil, respecto a la que tenía en Energía Neta: pasa al segundo lugar con 32,1% de participación en Energía Útil. En Energía Útil, la Leña ocupa el primer lugar con una participación de 38,1%. El FUEL OIL se mantiene en el tercer lugar con una participación de 19,2% en el consumo de Energía Útil. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones son similares a las de Energía Neta: Generación de Vapor con 66,7%, Frío de Proceso con 16,4% y Fuerza Motriz con 15,1%; la participación del Frío de Proceso disminuye un poco por efecto de su rendimiento.

El Cuadro 6.1.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 74,5%. Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 80,3% y la Electricidad 67,3%. Las Fuentes con mejores rendimientos, después de la Leña, son: el FUEL OIL con 77,3% y el Gas Natural con 77,0%. Los rendimientos de la Electricidad en Iluminación (22,0%), Frío de Proceso (57,9%) y Calor Directo (60,6%) son los que reducen el rendimiento global de la

Electricidad. El rendimiento global del subsector se debe principalmente a los rendimientos de la Generación de Vapor con Leña, Fuel Oil y Gas Natural y al rendimiento de la Electricidad, con las respectivas participaciones de estas Fuentes.

El Gráfico 6.1.3 ilustra el rendimiento de utilización de las Fuentes de Energía y el Gráfico 6.1.4 el de los Usos, en el Subsector Frigoríficos.

Gráfico 6.1.3
Subsector: Frigoríficos
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
Año 2006 – en %

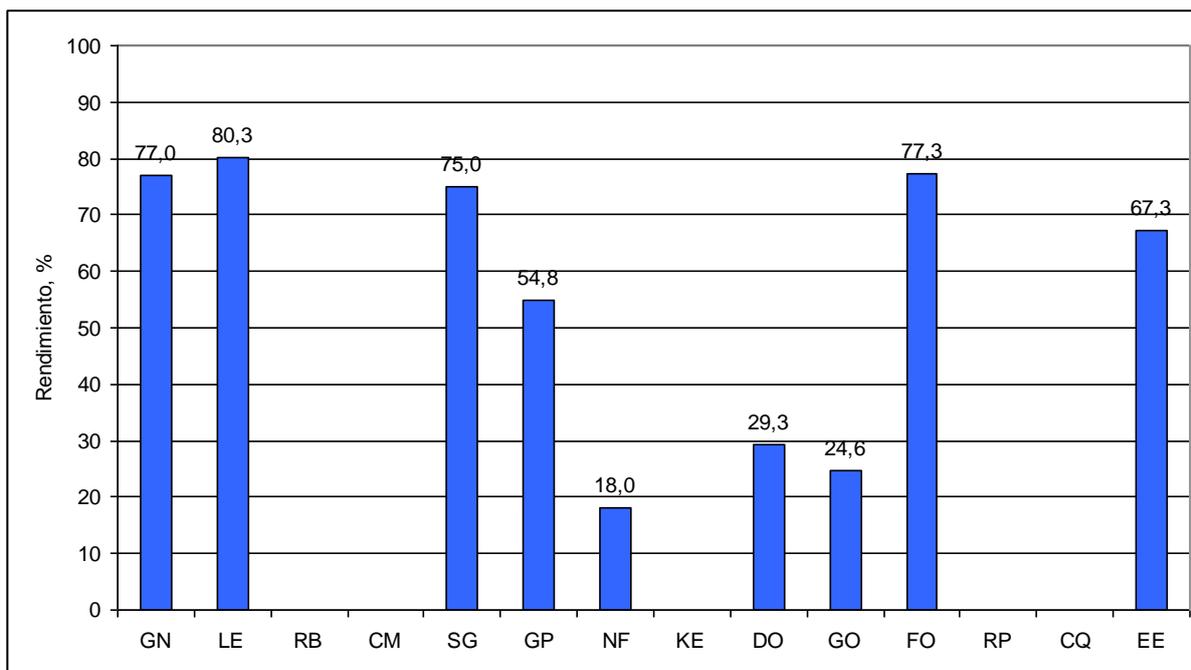
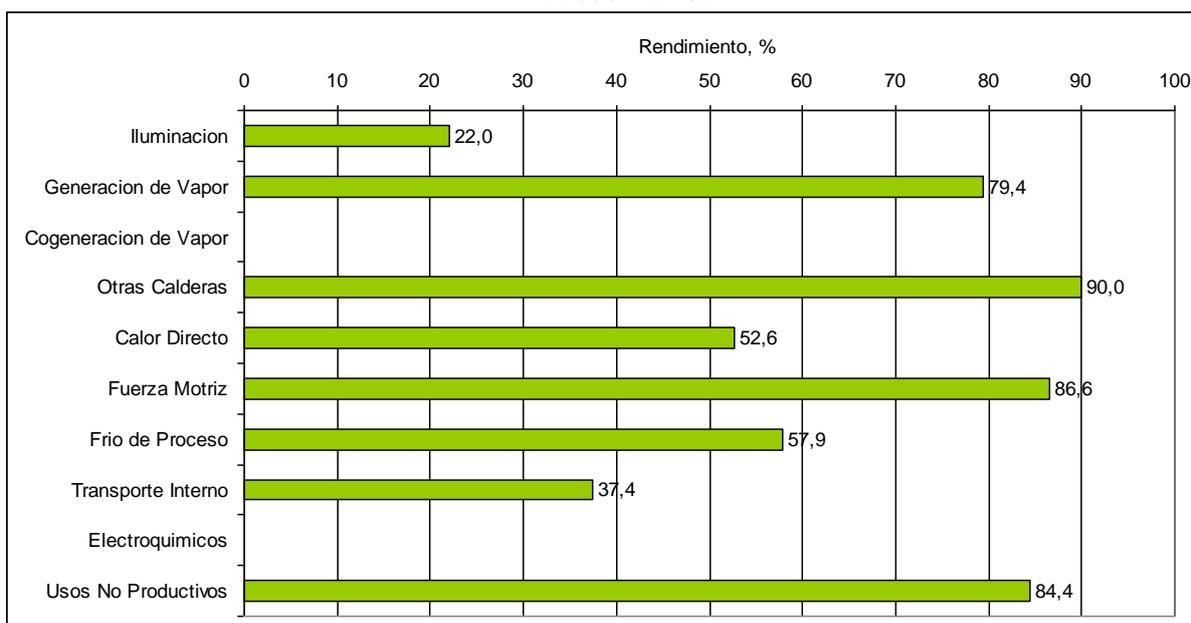


Gráfico 6.1.4
Subsector: Frigoríficos
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 79,4% y Frío de Proceso 57,9%. Los Usos que presentan mejores rendimientos son: Otras Calderas con 90,0% y Fuerza Motriz con 86,6%.

En los cuadros 6.1.8 y 6.1.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Frigoríficos es de 6,4 kTep que representan un ahorro de 11,1% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Generación de Vapor, con 3,1 kTep que representan el 49,2% de todo el potencial de ahorro en el subsector, aproximadamente la mitad de este ahorro sería de Leña y el resto se distribuye en Gas Natural y Fuel Oil; el segundo ahorro importante está en el Uso Frío de Proceso con Electricidad, con 2,5 kTep que representa el 37,5% de todo el potencial de ahorro en el subsector.

Cuadro 6.1.1
Subsector: Frigoríficos
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														711	711
Generación de Vapor	5.681	20.295									9.945				35.921
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														20	20
Calor Directo						195					660			36	891
Fuerza Motriz														7.462	7.462
Frío de Proceso														12.085	12.085
Transporte Interno							9		14	201				58	282
Electroquímicos															
Usos No Productivos					19	11								29	60
Total	5.681	20.295			19	206	9		14	201	10.605			20.400	57.432

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Frigoríficos, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.1.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 2,5 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Frigoríficos, el 0,1% (21,5 Tep ó 250 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.1.2
Subsector: Frigoríficos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	15,8	56,5									27,7				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														100,0	100
Calor Directo						21,9					74,1			4,1	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno							3,3		5,0	71,2				20,4	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					32,5	19,1								48,4	100
Total	9,9	35,3			0,03	0,4	0,02		0,02	0,3	18,5			35,5	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.1.3
Subsector: Frigoríficos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														3,5	1,2
Generación de Vapor	100,0	100,0									93,8				62,5
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														0,1	0,03
Calor Directo						94,5					6,2			0,2	1,6
Fuerza Motriz														36,6	13,0
Frío de Proceso														59,2	21,0
Transporte Interno							100,0		100,0	100,0				0,3	0,5
Electroquímicos															
Usos No Productivos					100,0	5,5								0,1	0,1
Total	100	100			100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.1.4
Subsector: Frigoríficos
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														156	156
Generación de Vapor	4.373	16.287									7.859				28.519
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														18	18
Calor Directo						104					342			22	469
Fuerza Motriz														6.462	6.462
Frío de Proceso														6.996	6.996
Transporte Interno							2		4	49				50	106
Electroquímicos															
Usos No Productivos					15	9								27	50
Total	4.373	16.287			15	113	2		4	49	8.202			13.732	42.776

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.1.5
Subsector: Frigoríficos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	15,3	57,1									27,6				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														100,0	100
Calor Directo						22,3					73,0			4,7	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno							1,6		3,9	46,8				47,7	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					28,9	17,0								54,2	100
Total	10,2	38,1			0,03	0,3	0,004		0,01	0,1	19,2			32,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.1.6
Subsector: Frigoríficos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,1	0,4
Generación de Vapor	100,0	100,0									95,8				66,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														0,1	0,04
Calor Directo						92,4					4,2			0,2	1,1
Fuerza Motriz														47,1	15,1
Frío de Proceso														50,9	16,4
Transporte Interno							100,0		100,0	100,0				0,4	0,2
Electroquímicos															
Usos No Productivos					100,0	7,6								0,2	0,1
Total	100	100			100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.1.7
Subsector: Frigoríficos
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22,0	22,0
Generación de Vapor	77,0	80,3									79,0				79,4
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														90,0	90,0
Calor Directo						53,6					51,9			60,6	52,6
Fuerza Motriz														86,6	86,6
Frío de Proceso														57,9	57,9
Transporte Interno							18,0		29,3	24,6				87,4	37,4
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0	75,0								94,5	84,4
Total	77,0	80,3			75,0	54,8	18,0		29,3	24,6	77,3			67,3	74,5

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.1.8
Subsector: Frigoríficos
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														102	102
Generación de Vapor	655	1.574									911				3.140
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas														0	0
Calor Directo						42					155			6	203
Fuerza Motriz														398	398
Frío de Proceso														2.539	2.539
Transporte Interno							0		0	0				0	0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	655	1.574				42	0		0	0	1.066			3.045	6.383

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.1.9
Subsector: Frigoríficos
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														14,4	14,4
Generación de Vapor	11,5	7,8									9,2				8,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						21,7					23,5			16,2	22,8
Fuerza Motriz														5,3	5,3
Frío de Proceso														21,0	21,0
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	11,5	7,8				20,5					10,1			14,9	11,1

Fuente: elaboración propia

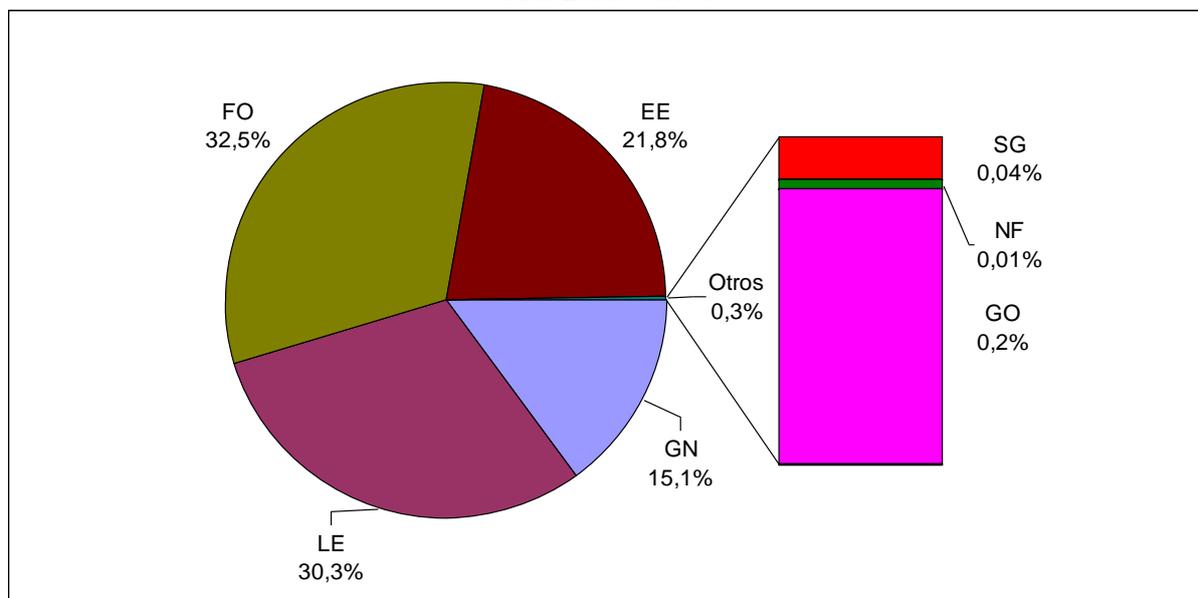
6.2 Industria Láctea

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 5.400 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 52,7 kTep, representando un 9,3% del total del Sector Industrial y ocupando el quinto lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 9,755 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 73,9% del consumo de Energía Neta y el estrato GMP, el 26,1% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 42,4 kTep, representando el 10,5% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 80,5%, valor que ocupa el segundo lugar entre los subsectores.

En el Cuadro 6.2.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Fuel Oil de 17,1 kTep, el que representa el 32,5% del consumo Neto, el de Leña de 16,0 kTep con un 30,3% de participación, el de Electricidad de 11,5 kTep equivalente al 21,8% del consumo del subsector y por último el Gas Natural con 7,9 kTep y una participación de un 15,1%. Estas cuatro Fuentes concentran el 99,7% del consumo del subsector. El Cuadro 6.2.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.2.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector. En este subsector no se utilizan las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Gas Propano, Queroseno, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.2.1
Subsector: Industria Láctea
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

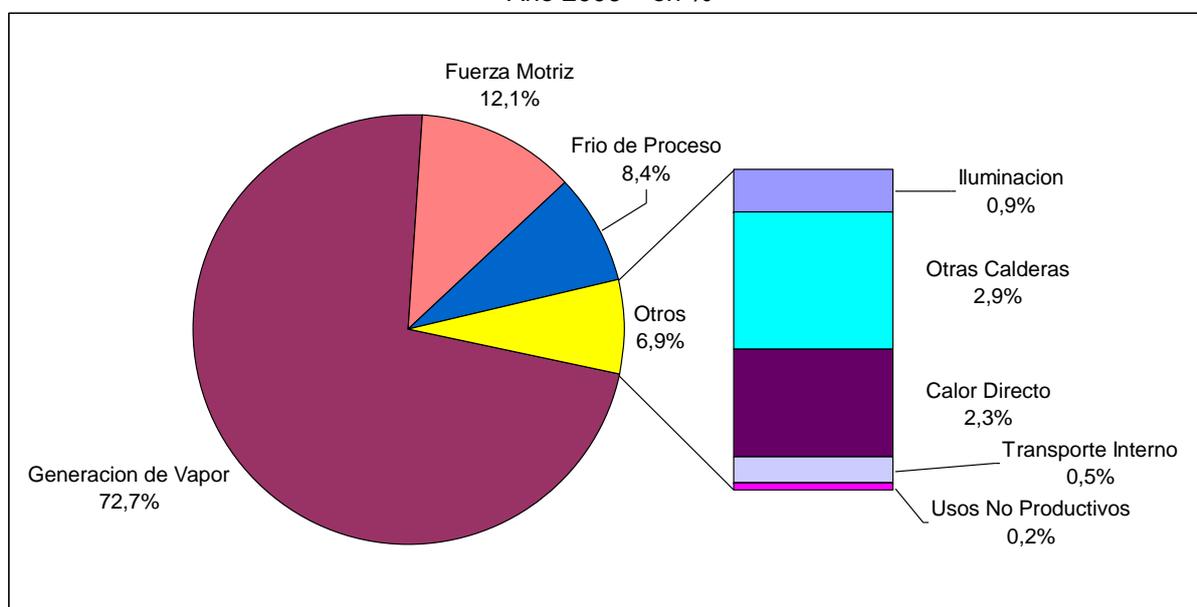


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, especialmente en Generación de Vapor donde compiten la Leña (con un 41,7% de participación en el Uso) con el Fuel Oil (40,0%) y en menor medida el Gas Natural (su participación es de 18,2% en el Uso); en Calor Directo la principal fuente es el Fuel Oil (con un 86,2% de participación en el Uso) y le siguen con bastante menor participación el Gas

Natural (13,8%) y la Electricidad (0,02%); en el Uso Otras Calderas la competencia se produce entre el Gas Natural (51,3%) y el Fuel Oil (48,7%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso). En el Transporte Interno de este subsector, la Electricidad compite con el Gas Oil.

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 38,3 kTep, representando el 72,7% del consumo del subsector, Fuerza Motriz que consume 6,4 kTep con una participación de 12,1% y Frío de Proceso con 4,4 kTep y un 8,4% de participación en el consumo. Estos tres Usos concentran el 93,1% del consumo del subsector. El Cuadro 6.2.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta. El Gráfico 6.2.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Industria Láctea. En el subsector no existen los Usos: Cogeneración de Vapor y Electroquímicos.

Gráfico 6.2.2
Subsector: Industria Láctea
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

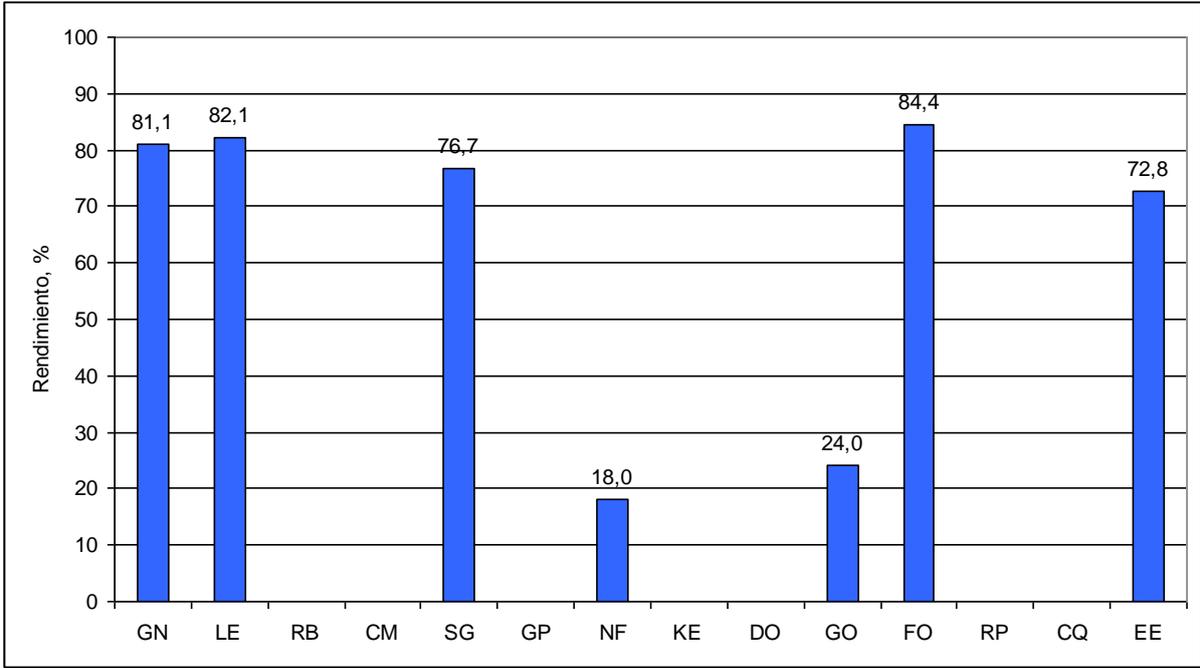


En los Usos, destaca el hecho que la Generación de Vapor concentra la totalidad del consumo de Leña y casi la totalidad del consumo de Gas Natural (el 87,9% de su consumo) y del Fuel Oil (el 89,5% de su consumo). La Fuerza Motriz y el Frío de Proceso concentran el 93,7% del consumo de Electricidad. En los Usos menos importantes, el Calor Directo y Otras Calderas concentran el 10,5% del consumo de Fuel Oil y el 12% del consumo de Gas Natural; el Transporte Interno es responsable de todo el consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.2.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.2.5 y 6.2.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil, las que no cambian mucho respecto de las que habían en Energía Neta: el Fuel Oil ocupa el primer lugar con una participación de 34,1% en energía Útil, en segundo lugar la Leña con 30,9% de participación, a continuación la Electricidad con 19,7% y el Gas Natural con 15,2% en el consumo de Energía Útil. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones son similares a las de Energía Neta: Generación de Vapor con 75,0%, Fuerza Motriz con 13,2% y Frío de Proceso con 5,9%; la participación del Frío de Proceso disminuye un poco por efecto de su rendimiento.

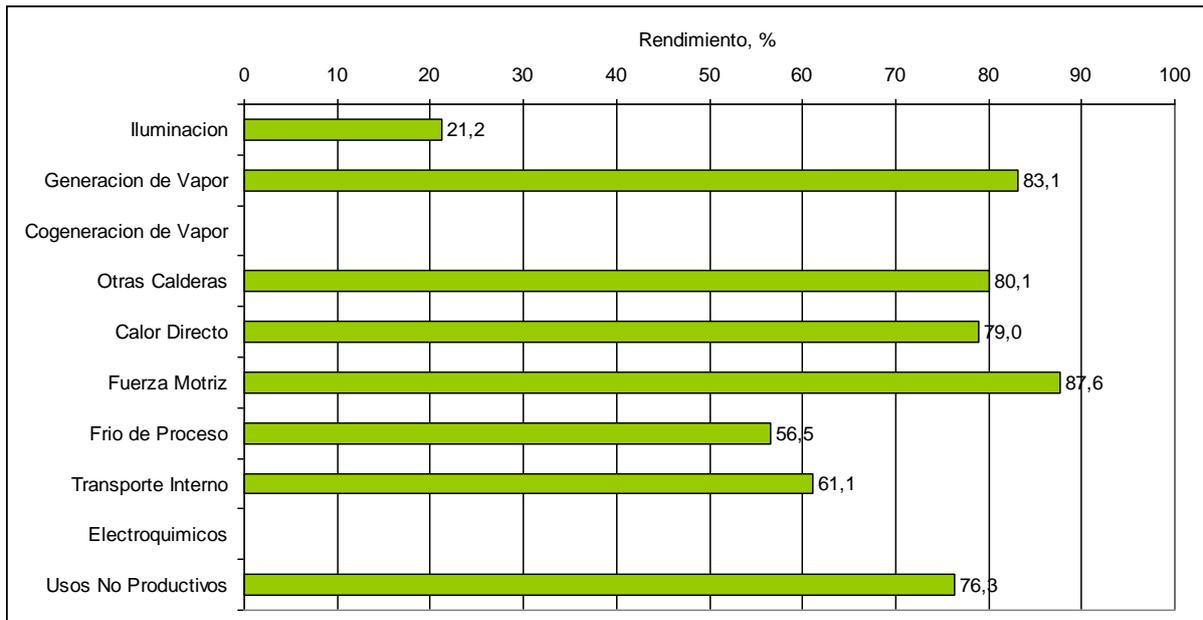
El Cuadro 6.2.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 80,5%. El rendimiento de las Fuentes principales del subsector son: Fuel Oil 84,4%, Leña 82,1% y Gas Natural con 81,1%. Los rendimientos de la Electricidad en Iluminación (21,2%), Frío de Proceso (56,5%) y Calor Directo (69,5%) son los que reducen el rendimiento global de la Electricidad a un 72,8%. El buen rendimiento global del subsector se debe a la fuerte participación de la Generación de Vapor y a su rendimiento. El Gráfico 6.2.3 ilustra los rendimientos por Fuente.

Gráfico 6.2.3
 Subsector: Industria Láctea
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.2.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos.

Gráfico 6.2.4
 Subsector: Industria Láctea
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 83,1%, Fuerza Motriz un 87,6% y Frío de Proceso 56,5%.

En los cuadros 6.2.8 y 6.2.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Industria Láctea es de 3,5 kTep que representan un ahorro de 6,6% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Generación de Vapor, con 2,0 kTep que representan el 57,1% de todo el potencial de ahorro en el subsector, aproximadamente la mitad de este ahorro sería de Leña y el resto se distribuye principalmente en Gas Natural y Fuel Oil; el segundo ahorro importante está en el Uso Frío de Proceso con Electricidad, con 0,9 kTep que representa el 26,2% de todo el potencial de ahorro en el subsector.



MIEMDNETN

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR

Cuadro 6.2.1
Subsector: Industria Láctea
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														494	494
Generación de Vapor	6.986	15.971			6,5						15.330				38.294
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	786										746				1.533
Calor Directo	168										1.049			0,22	1.217
Fuerza Motriz														6.368	6.368
Frío de Proceso														4.402	4.402
Transporte Interno										118				168	286
Electroquímicos															
Usos No Productivos	5,8				12,3		4,1				1,3			61	85
Total	7.946	15.971			18,8		4,1			118	17.127			11.494	52.679

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Industria Láctea, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.2.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 5,2 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Industria Láctea, el 0,18% (21,1 Tep ó 246 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.2.2
Subsector: Industria Láctea
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	18,2	41,7			0,02						40,0				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	51,3										48,7				100
Calor Directo	13,8										86,2			0,02	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno										41,3				58,7	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos	6,9				14,5		4,8				1,5			72,3	100
Total	15,1	30,3			0,04		0,01			0,2	32,5			21,8	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.2.3
Subsector: Industria Láctea
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														4,3	0,9
Generación de Vapor	87,9	100,0			34,5						89,5				72,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	9,9										4,4				2,91
Calor Directo	2,1										6,1			0,002	2,3
Fuerza Motriz														55,4	12,1
Frío de Proceso														38,3	8,4
Transporte Interno										100,0				1,5	0,5
Electroquímicos															
Usos No Productivos	0,1				65,5		100,0				0,01			0,5	0,2
Total	100	100			100		100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.2.4
Subsector: Industria Láctea
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														105	105
Generación de Vapor	5.701	13.105			5,2						13.003				31.814
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	631										597				1.228
Calor Directo	108										853			0,16	962
Fuerza Motriz														5.581	5.581
Frío de Proceso														2.489	2.489
Transporte Interno										28				146	175
Electroquímicos															
Usos No Productivos	4,4				9,2		0,7				1,0			49	65
Total	6.444	13.105			14,4		0,7			28	14.454			8.371	42.418

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.2.5
Subsector: Industria Láctea
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	17,9	41,2			0,02						40,9				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	51,4										48,6				100
Calor Directo	11,3										88,7			0,016	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno										16,2				83,8	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos	6,8				14,3		1,1				1,48			76,4	100
Total	15,2	30,9			0,03		0,002			0,1	34,1			19,7	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.2.6
Subsector: Industria Láctea
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,3	0,2
Generación de Vapor	88,5	100,0			36,0						90,0				75,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	9,8										4,1				2,9
Calor Directo	1,7										5,9			0,002	2,3
Fuerza Motriz														66,7	13,2
Frío de Proceso														29,7	5,9
Transporte Interno										100,0				1,7	0,4
Electroquímicos															
Usos No Productivos	0,1				64,0		100,0				0,007			0,6	0,2
Total	100	100			100		100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.2.7
Subsector: Industria Láctea
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21,2	21,2
Generación de Vapor	81,6	82,1			80,0						84,8				83,1
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	80,2										80,0				80,1
Calor Directo	64,3										81,4			69,5	79,0
Fuerza Motriz														87,6	87,6
Frío de Proceso														56,5	56,5
Transporte Interno										24,0				87,1	61,1
Electroquímicos															
Usos No Productivos	75,0				75,0		18,0				75,0			80,5	76,3
Total	81,1	82,1			76,7		18,0			24,0	84,4			72,8	80,5

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.2.8
Subsector: Industria Láctea
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														88	88
Generación de Vapor	433	996			0,5						592				2.021
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	46										44				90
Calor Directo	23										31			0,022	54
Fuerza Motriz														313	313
Frío de Proceso														913	913
Transporte Interno										0,0				0,0	0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	502	996			0,5					0,0	666			1.314	3.479

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.2.9
Subsector: Industria Láctea
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														17,8	17,8
Generación de Vapor	6,2	6,2			8,0						3,9				5,3
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	5,9										5,9				5,9
Calor Directo	13,5										2,9			10,0	4,4
Fuerza Motriz														4,9	4,9
Frío de Proceso														20,7	20,7
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	6,3	6,2			2,8						3,9			11,4	6,6

Fuente: elaboración propia

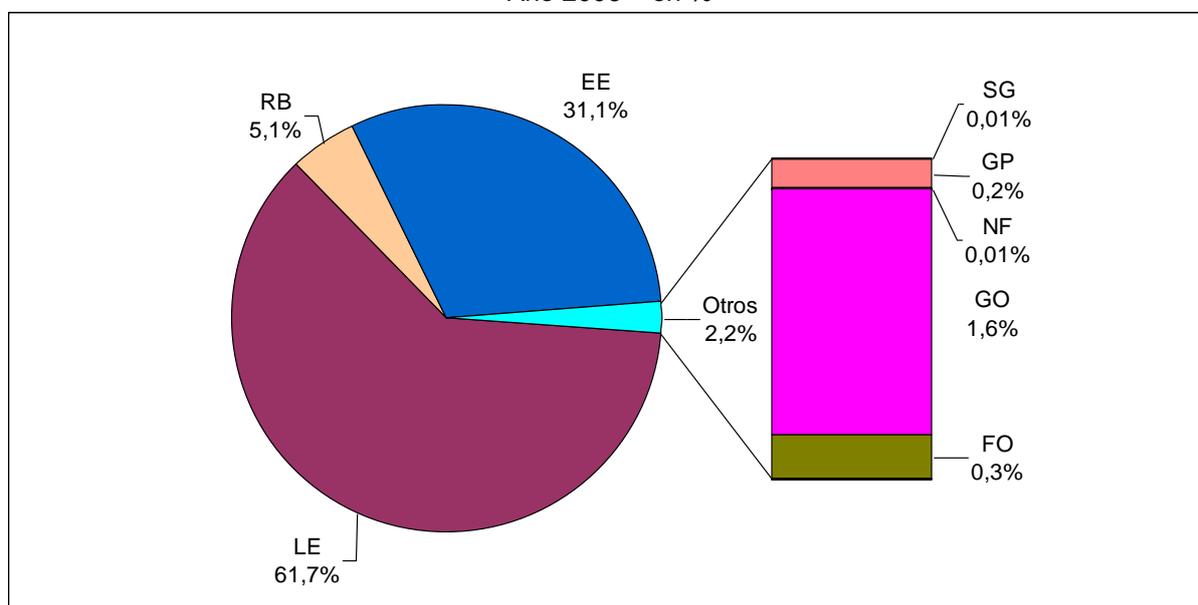
6.3 Molinos

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 3.549 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 30,6 kTep, representando un 5,4% del total del Sector Industrial y ocupando el noveno lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 8,626 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 54,5% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 45,5% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 18,8 kTep, representando el 4,6% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 61,3%, valor que está entre los tres menores de todos los subsectores.

En el Cuadro 6.3.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Leña de 18,9 kTep, el que representa el 61,7% del consumo Neto, el de Electricidad de 9,5 kTep con un 31,1% de participación y el de Residuos de Biomasa de 1,6 kTep equivalente al 5,1% del consumo del subsector. Estas tres Fuentes concentran el 97,8% del consumo del subsector. Los Residuos de Biomasa son únicamente Cáscaras de Arroz. El Cuadro 6.3.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.3.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector. En este subsector no se utilizan las Fuentes: Gas Natural, Carbón Mineral, Queroseno, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.3.1
Subsector: Molinos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

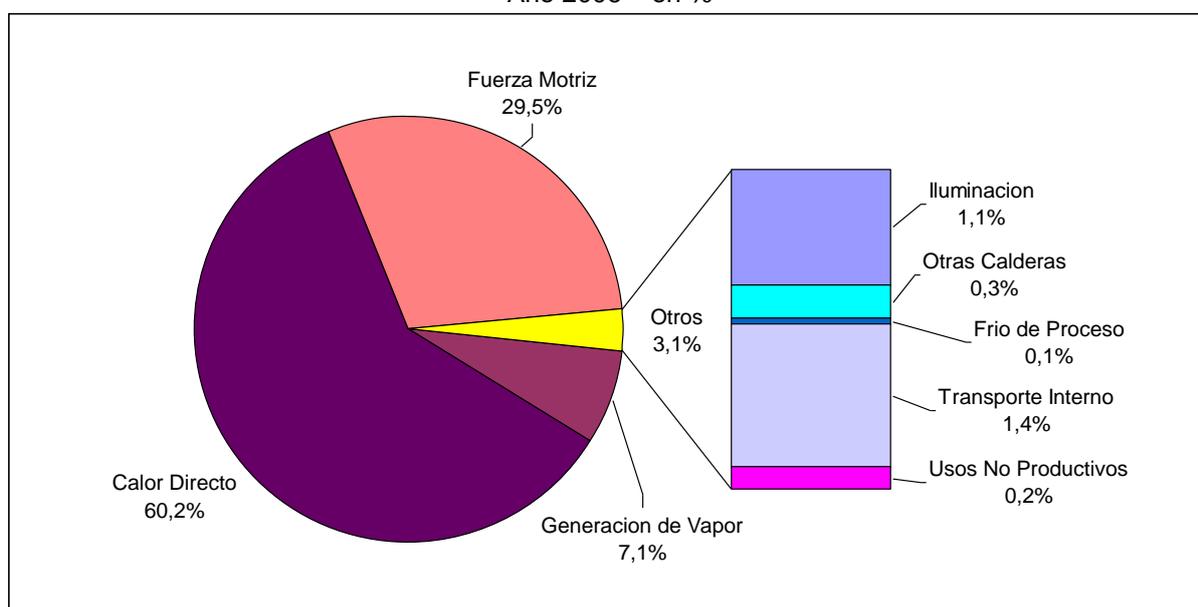


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, especialmente en Generación de Vapor donde compiten los Residuos de Biomasa (con una participación de 61,2%) y la Leña (34,7%), porque el Fuel Oil tiene una participación mucho menor en este Uso (4,1%); en Calor Directo la Leña prácticamente no tiene competencia con un 97,8% de participación. En el Uso Otras Calderas hay cierto grado de competencia entre la Leña (90,2% de participación) y la Electricidad (9,4%). Por su parte, la Electricidad

no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso), la excepción es el Transporte Interno donde ella tiene una participación mínima respecto del Gas Oil.

Entre los Usos prevalece el Calor Directo con 18,4 kTep y una participación del 60,2%, la Fuerza Motriz con 9,0 kTep y un 29,5% y en mucha menor medida la Generación de Vapor con 2,2 kTep y un 7,1% de participación en el consumo. Estos tres Usos concentran el 96,9% del consumo del subsector. El Cuadro 6.3.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.3.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Molinos. En el subsector no están los Usos: Cogeneración de Vapor y Electroquímicos.

Gráfico 6.3.2
Subsector: Molinos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



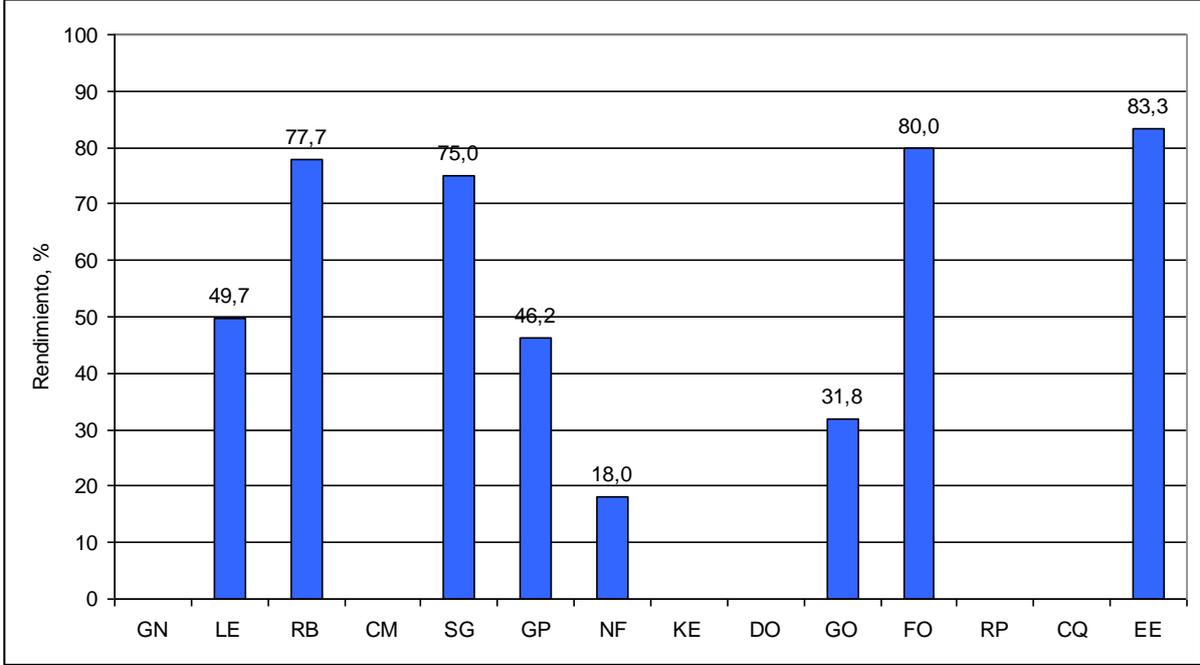
En los Usos, destaca el hecho que el Calor Directo concentra el 95,5% del consumo de Leña y la Fuerza Motriz el 95,1% del consumo de Electricidad. En los Usos menos importantes el Transporte Interno es responsable del 84,1% del consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.3.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.3.5 y 6.3.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Hay cambios respecto al peso de las participaciones principales en Energía Neta debido al bajo rendimiento del Calor Directo con Leña comparado al rendimiento de la Electricidad: la Leña ocupa el primer lugar con una participación de 49,9% en Energía Útil y en segundo lugar, la Electricidad con 42,2% de participación; los Residuos de Biomasa tiene una participación de 6,5% en el consumo de Energía Útil, similar a la que tenía en Energía Neta. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones cambian en magnitud respecto a las de Energía Neta: Calor Directo con 47,6%, valor bastante menor al de Energía Neta efecto del rendimiento de este Uso; Fuerza Motriz mejora su participación en Energía Útil, 41,3%, respecto a la que tenía en Energía Neta y Generación de Vapor mantiene una participación similar a la de Energía Neta, 9,3%.

El Cuadro 6.3.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 61,3%. Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 49,7%, la Electricidad 83,3% y los

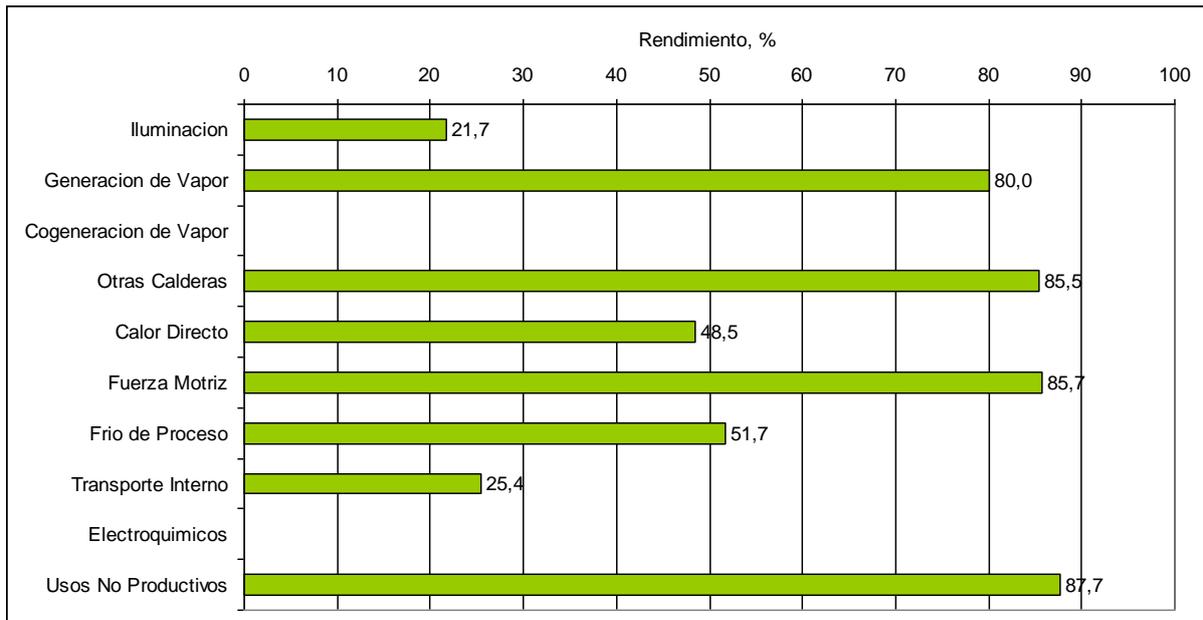
Residuos de Biomasa 77,7%. El segundo lugar en rendimiento lo tiene el Fuel Oil con 80,0% después del rendimiento de la Electricidad. El rendimiento de la Electricidad se mantiene alto por la baja participación de los Usos de menor rendimiento en esta Fuente (Iluminación Frío de Proceso y Calor Directo). El rendimiento global del subsector es bajo debido a la gran participación del Uso Calor Directo con Leña. El Gráfico 6.3.3 ilustra los rendimientos por Fuente.

Gráfico 6.3.3
 Subsector: Molinos
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.3.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos.

Gráfico 6.3.4
 Subsector: Molinos
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Calor Directo un 48,5%, Fuerza Motriz un 85,7% y Generación de Vapor 80,0%. El Uso Otras Calderas presenta mejor rendimiento que la Generación de Vapor: 85,5%.

En los cuadros 6.3.8 y 6.3.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Molinos es de 6,0 kTep, que representan un ahorro de 19,5% de Energía Neta, porcentaje bastante interesante. Esta cifra se debe a que el principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo, con 5,2 kTep que representan el 87,0% de todo el potencial de ahorro en el subsector, que prácticamente se concentra todo en la Leña; el segundo ahorro importante es la décima parte del anterior: está en el Uso Fuerza Motriz con Electricidad, con 0,5 kTep que representan el 8,8% de todo el potencial de ahorro en el subsector.

Cuadro 6.3.1
Subsector: Molinos
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														349	349
Generación de Vapor		755	1.332								89				2.176
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		90								0,3				9,4	100
Calor Directo		18.026	227			61				80				35,70	18.430
Fuerza Motriz														9.046	9.046
Frío de Proceso														17,7	18
Transporte Interno										424				4,5	429
Electroquímicos															
Usos No Productivos		5,4				3,9		1,7						55	66
Total		18.876	1.560			3,9		1,7		505	89			9.517	30.613

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Molinos, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.3.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 5,2 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Molinos, el 0,03% (2,8 Tep ó 33 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.3.2
Subsector: Molinos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor		34,7	61,2								4,1				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		90,2								0,3				9,4	100
Calor Directo		97,8	1,2			0,3				0,4				0,2	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno										99,0				1,0	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos		8,2			5,9		2,6							83,3	100
Total		61,7	5,1		0,01	0,2	0,01			1,6	0,3			31,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.3.3
Subsector: Molinos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														3,7	1,1
Generación de Vapor		4,0	85,4								100,0				7,1
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		0,5								0,1				0,1	0,3
Calor Directo		95,5	14,6			100,0				15,9				0,4	60,2
Fuerza Motriz														95,1	29,5
Frío de Proceso														0,2	0,1
Transporte Interno										84,1				0,05	1,4
Electroquímicos															
Usos No Productivos		0,03			100,0		100,0							0,6	0,2
Total		100	100		100	100	100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.3.4
Subsector: Molinos
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														76	76
Generación de Vapor		604	1.066								71				1.741
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		76								0,3				8,5	85
Calor Directo		8.693	147			28				55				22	8.945
Fuerza Motriz														7.754	7.754
Frío de Proceso														9,2	9,2
Transporte Interno										105				3,8	109
Electroquímicos															
Usos No Productivos		4,1			2,9		0,3							50	58
Total		9.377	1.213		2,9	28	0,3			161	71			7.924	18.776

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.3.5
Subsector: Molinos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor		34,7	61,2								4,1				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		89,7								0,3				9,9	100
Calor Directo		97,2	1,6			0,3				0,6				0,25	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno										96,5				3,5	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos		7,0			5,0		0,5							87,4	100
Total		49,9	6,5		0,02	0,1	0,002			0,9	0,4			42,2	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.3.6
Subsector: Molinos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,0	0,4
Generación de Vapor		6,4	87,9								100,0				9,3
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		0,8								0,2				0,1	0,5
Calor Directo		92,7	12,1			100,0				34,5				0,3	47,6
Fuerza Motriz														97,9	41,3
Frío de Proceso														0,1	0,0
Transporte Interno										65,4				0,05	0,6
Electroquímicos															
Usos No Productivos		0,04			100,0		100,0							0,6	0,3
Total		100	100		100	100	100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.3.7
Subsector: Molinos
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21,7	21,7
Generación de Vapor		80,0	80,0								80,0				80,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		85,0								85,0				90,0	85,5
Calor Directo		48,2	64,5			46,2				69,0				62,1	48,5
Fuerza Motriz														85,7	85,7
Frío de Proceso														51,7	51,7
Transporte Interno										24,7				86,1	25,4
Electroquímicos															
Usos No Productivos		75,0			75,0		18,0							92,0	87,7
Total		49,7	77,7		75,0	46,2	18,0			31,8	80,0			83,3	61,3

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.3.8
Subsector: Molinos
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														68	68
Generación de Vapor		61	107								7				175
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		5								0,02				0,0	5
Calor Directo		5.126	30			17				8				5	5.187
Fuerza Motriz														524	524
Frío de Proceso														4	4
Transporte Interno										0,0				0,0	0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total		5.191	138			17				8	7			601	5.963

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.3.9
Subsector: Molinos
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19,5	19,5
Generación de Vapor		8,0	8,0								8,0				8,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		5,6								5,6					5,0
Calor Directo		28,4	13,4			28,3				10,3				15,1	28,1
Fuerza Motriz														5,8	5,8
Frío de Proceso														22,8	22,8
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total		27,5	8,8			28,3				1,6	8,0			6,3	19,5

Fuente: elaboración propia

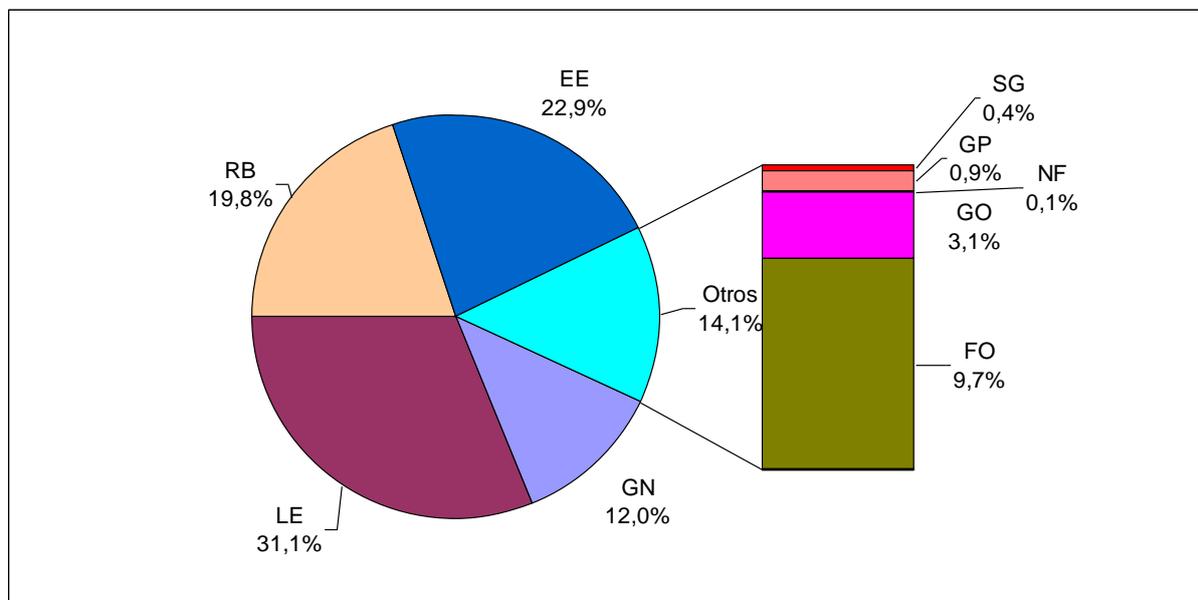
6.4 Otras Industrias Alimenticias

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 19.707 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 73,3 kTep, representando un 12,9% del total del Sector Industrial y ocupando el tercer lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 3,719 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 60,7% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 39,3% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 55,5 kTep, representando el 13,7% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 75,7%, valor mayor al promedio de todo el Sector Industrial.

En el Cuadro 6.4.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Leña de 22,8 kTep, el que representa el 31,1% del consumo Neto, el de Electricidad de 16,8 kTep con un 22,9% de participación y el de Residuos de Biomasa de 14,5 kTep equivalente al 19,8% del consumo del subsector. Con una importancia algo menor están el Gas Natural con un consumo de 8,8 kTep y un 12,0% de participación y el Fuel Oil con 7,1 kTep y un 9,7%. Estas cinco Fuentes concentran el 95,6% del consumo del subsector. El Cuadro 6.4.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.4.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector. En este subsector no se utilizan las Fuentes: Carbón Mineral, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.4.1
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

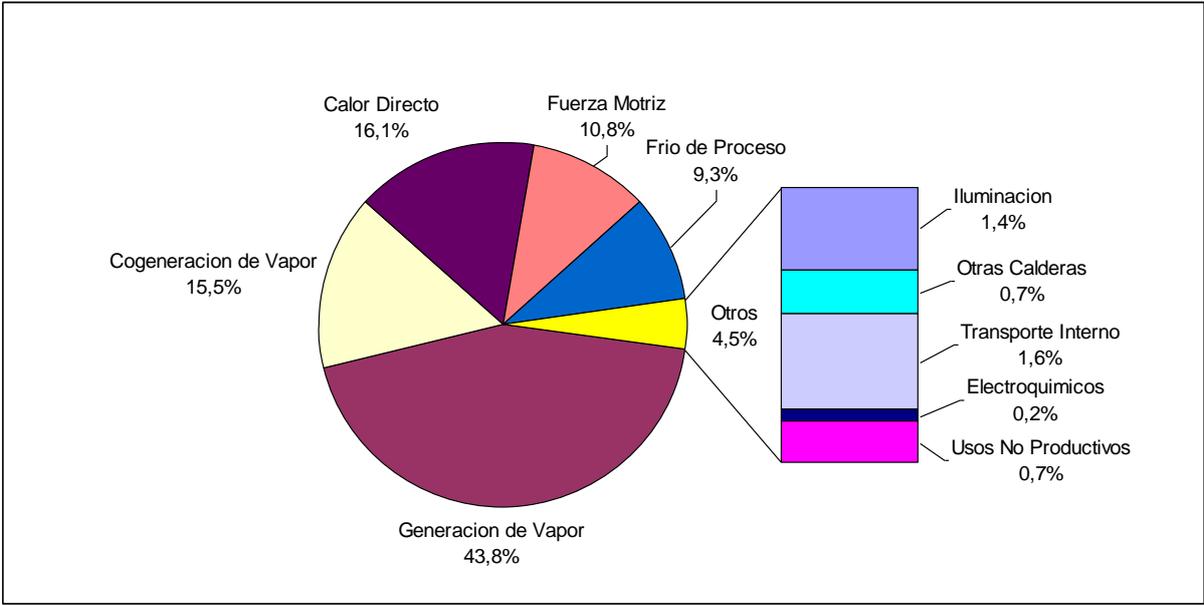


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, especialmente en Generación de Vapor donde compiten la Leña (con un 47,1% de participación en el Uso), los Residuos de Biomasa (28,3%), el Fuel Oil (22,2%) y el Gas Natural, el Gas Propano y el Gas Oil tienen una participación mucho menor en este Uso; en

Cogeneración de Vapor compiten la Leña (53,7% de participación) con los Residuos de Biomasa (46,3%). En Calor Directo, contra el Gas Natural (67,8% de participación), compiten la Leña (12,2%) y el Gas Oil (10,7%). En el Uso Otras Calderas hay competencia entre el Gas Natural (68,7%) y el Gas Oil (31,3%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso), la excepción es el Transporte Interno donde ella compite fuertemente con el Gas Oil.

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 32,1 kTep y una participación del 43,8%, el Calor Directo con 11,8 kTep y un 16,1% y la Cogeneración de Vapor con 11,4 kTep y un 15,5%. Con una participación un poco menor, pero importante en el subsector, están la Fuerza Motriz con 7,9 kTep y un 10,8% de participación y el Frío de Proceso con 6,8 kTep y un 9,3% de participación en el consumo. Estos cinco Usos concentran el 95,5% del consumo del subsector. El Cuadro 6.4.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta. En este subsector las Fuentes combustibles, en su mayoría, participan en varios Usos. El Gráfico 6.4.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Otras Industrias Alimenticias. En el subsector están presentes todos los Usos.

Gráfico 6.4.2
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



En este subsector, a pesar de la diversidad de Fuentes que participan en los Usos, es destacable el hecho de que el Gas Natural es usado principalmente en Calor Directo (concentra el 90,7% del consumo de Gas Natural); similar es el caso del Gas Propano, ya que el Calor Directo concentra el 85,6% de su consumo; esto se debe a la limpieza de la combustión de los combustibles gaseosos y la ventaja asociada en la producción de alimentos. Por otro lado la Generación de Vapor concentra aproximadamente 2/3 del consumo de Leña y Residuos de Biomasa y todo el consumo de Fuel Oil. En los Usos de la Electricidad, la Fuerza Motriz y el Frío de Proceso concentran el 86,1% del consumo de esta Fuente y entre sus Usos menos importantes están los procesos Electroquímicos.

La Leña y los Residuos de Biomasa, además de ser utilizados en Generación de Vapor y Cogeneración de Vapor, también se usan para Fuerza Motriz y Cogeneración de Electricidad; los consumos de esta última aplicación se contabilizan como Centros de

Transformación. Los Residuos de Biomasa que se utilizan en el subsector Otras Industrias Alimenticias son variados en su tipo y uso. Estos residuos se detallan en la tabla siguiente:

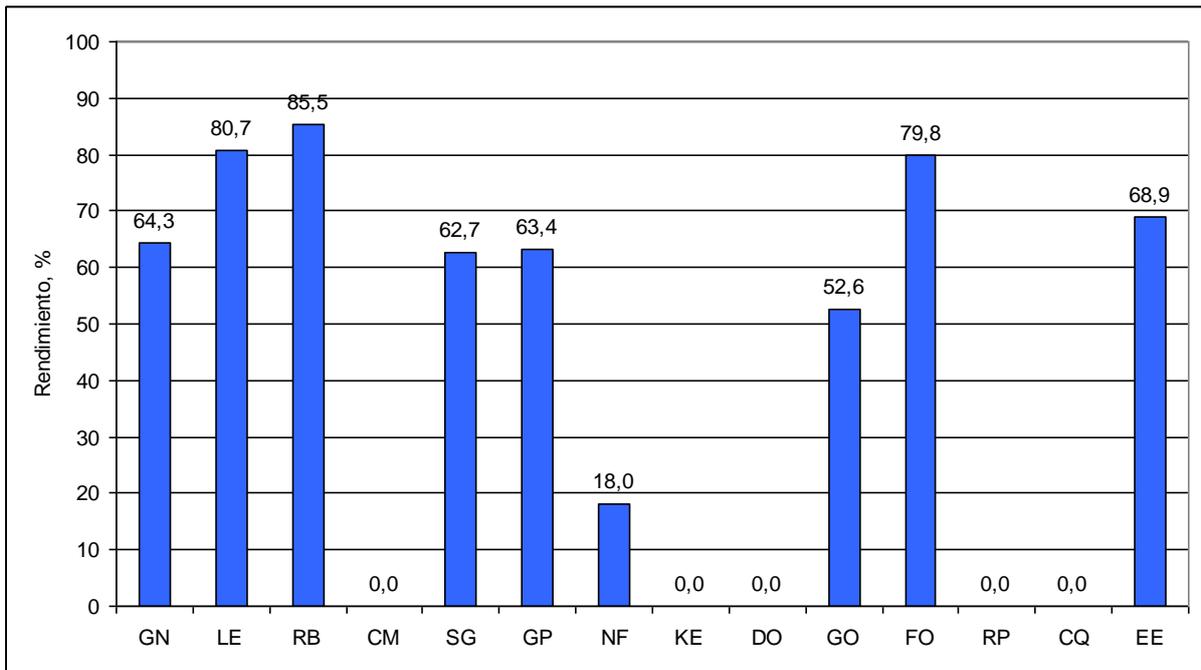
Tipo de Residuo	Tep			Total	Total Porcentajes
	Generación de Vapor	Cogeneración de Vapor	Fuerza Motriz		
Bagazo	3.494	5.271	164	8.929	61,4
Cáscara de girasol	2.733			2.733	18,8
Sebo industrial	2.871			2.871	19,8
Total	9.098	5.271	164	14.533	100
Total Porcentajes	62,6	36,3	1,1	100	

El Bagazo es el residuo de mayor consumo y se usa principalmente en Cogeneración de Vapor; la Cáscara de girasol y el Sebo industrial se usan únicamente en Generación de Vapor.

En el Cuadro 6.4.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.4.5 y 6.4.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. En Energía Útil, las tres primeras fuentes en importancia, se mantienen similares a las de Energía Neta: Leña con 33,1%, Residuos de Biomasa con 22,4% y Electricidad con 20,8%, sin embargo, cambia la importancia relativa entre los Residuos de Biomasa y Electricidad por efecto de sus rendimientos de utilización; las participaciones del Fuel Oil y el Gas Natural a nivel de Energía Útil son ambas prácticamente iguales: 10,2% cada una, debido al menor rendimiento del Gas Natural. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones cambian en magnitud e importancia respecto a las de Energía Neta: Generación de Vapor y Cogeneración de Vapor mejoran su participación con 47,9% y 17,4%, respectivamente, Fuerza Motriz también mejora a una participación de 12,1%, pero se mantiene en el cuarto lugar, en cambio, Calor Directo disminuye su participación a 12,5%, pasando al tercer lugar en Energía Útil.

El Cuadro 6.4.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 75,7%. El Gráfico 6.4.3 ilustra los rendimientos de utilización por Fuente de Energía.

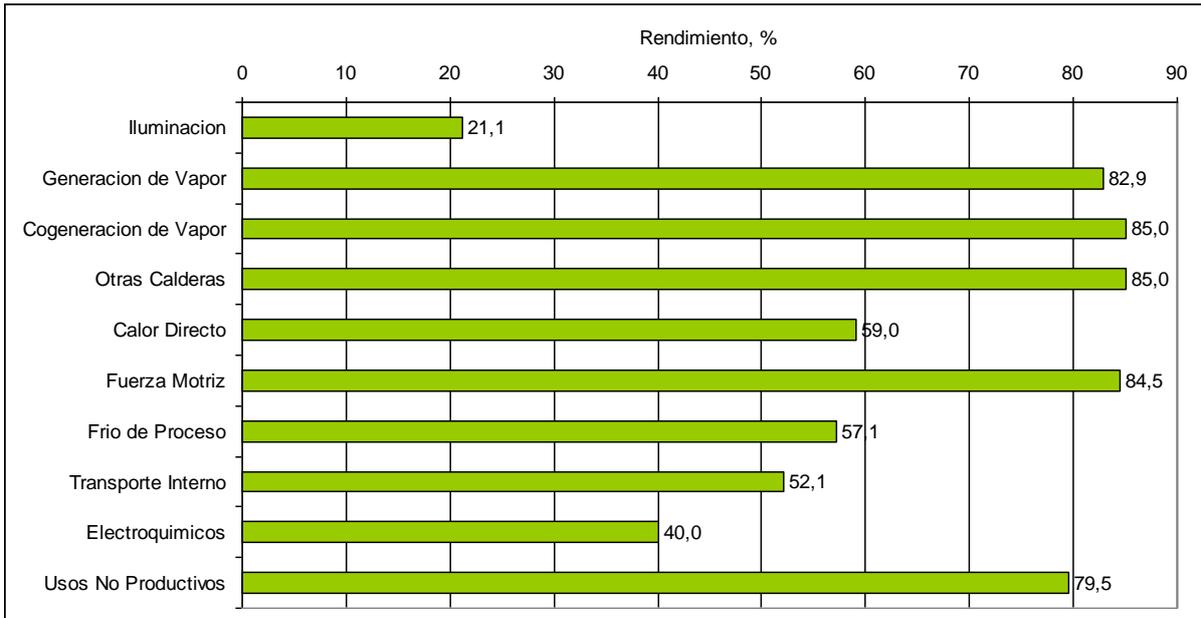
Gráfico 6.4.3
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
Año 2006 – en %



Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 80,7%, la Electricidad 68,9% y los Residuos de Biomasa 85,5%. El Fuel Oil alcanza un rendimiento de 79,8% y el Gas Natural un 64,3%. Estas cinco Fuentes son las principales en el Sector Industrial a nivel global. Los buenos rendimientos de utilización de los combustibles sólidos y líquidos se deben a que se usan principalmente en Generación de Vapor. El relativamente bajo rendimiento del Gas Natural se debe que su Uso principal es el Calor Directo. El rendimiento de la Electricidad se ve disminuido principalmente por la importancia y rendimiento del Frío de Proceso entre los Usos de esta Fuente y en menor grado por la Iluminación, los procesos Electroquímicos y el Calor Directo. El rendimiento global del subsector es consecuencia de la diversidad de Fuentes y Usos presentes.

El Gráfico 6.4.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Otras Industrias Alimenticias.

Gráfico 6.4.4
 Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 82,9%, Calor Directo un 59,0%, Cogeneración de Vapor 85,0%, Fuerza Motriz 84,5% y Frío de Proceso 57,1%. El Uso Otras Calderas tiene también un rendimiento destacable: 85,0%.

En los cuadros 6.4.8 y 6.4.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Otras Industrias Alimenticias es de 5,9 kTep, que representan un ahorro de 8,0% de Energía Neta. Los ahorros más importantes se pueden producir en Calor Directo, con 2,1 kTep que constituyen el 36,6% del potencial de ahorro del subsector, el cual es en más de la mitad ahorro con Gas Natural; luego, Generación de Vapor tiene un potencial de ahorro de 1,6 kTep, que representa el 27,7% del potencial del subsector y Frío de Proceso con un potencial de 1,4 kTep equivalente al 23,7% del potencial de ahorro del subsector Otras Industrias Alimenticias.

Cuadro 6.4.1
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														995	995
Generación de Vapor	392	15.133	9.098			96				268	7.124				32.112
Cogeneración de Vapor		6.115	5.271												11.386
Otras Calderas	351									160					511
Calor Directo	8.006	1.445			125	573				1.257				396	11.803
Fuerza Motriz		89	164											7.660	7.913
Frío de Proceso														6.804	6.804
Transporte Interno					28		42			574				496	1.140
Electroquímicos														137	137
Usos No Productivos	83				112									299	494
Total	8.831	22.784	14.533		266	669	42			2.259	7.124			16.787	73.295

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Otras Industrias Alimenticias, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.4.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 9,9 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Otras Industrias Alimenticias, el 5,6% (944 Tep ó 10.978 MWh) proviene de autoproducción con cogeneración principalmente y en mucho menor grado con grupos electrógenos.

Cuadro 6.4.2
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	1,2	47,1	28,3			0,3				0,8	22,2				100
Cogeneración de Vapor		53,7	46,3												100
Otras Calderas	68,7									31,3					100
Calor Directo	67,8	12,2			1,1	4,9				10,7				3,4	100
Fuerza Motriz		1,1	2,1											96,8	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					2,4		3,7			50,4				43,5	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	16,7				22,8									60,5	100
Total	12,0	31,1	19,8		0,4	0,9	0,06			3,1	9,7			22,9	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.4.3
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														5,9	1,4
Generación de Vapor	4,4	66,4	62,6			14,4				11,9	100,0				43,8
Cogeneración de Vapor		26,8	36,3												15,5
Otras Calderas	4,0									7,1					0,7
Calor Directo	90,7	6,3			47,2	85,6				55,6				2,4	16,1
Fuerza Motriz		0,4	1,1											45,6	10,8
Frío de Proceso														40,5	9,3
Transporte Interno					10,5		100,0			25,4				3,0	1,6
Electroquímicos														0,8	0,2
Usos No Productivos	0,9				42,3									1,8	0,7
Total	100	100	100		100	100	100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.4.4
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														210	210
Generación de Vapor	313	12.509	7.808			84				214	5.684				26.613
Cogeneración de Vapor		5.198	4.480												9.678
Otras Calderas	298									136					435
Calor Directo	5.006	601			77	340				695				246	6.965
Fuerza Motriz		72	133											6.486	6.691
Frío de Proceso														3.888	3.888
Transporte Interno					5		8			143				438	594
Electroquímicos														55	55
Usos No Productivos	61,9				84									246	392
Total	5.680	18.381	12.421		166	424	8			1.189	5.684			11.568	55.520

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.4.5
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	1,2	47,0	29,3			0,3				0,8	21,4				100
Cogeneración de Vapor		53,7	46,3												100
Otras Calderas	68,7									31,3					100
Calor Directo	71,9	8,6			1,1	4,9				10,0				3,5	100
Fuerza Motriz		1,1	2,0											96,9	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					0,8		1,3			24,1				73,8	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	15,8				21,5									62,8	100
Total	10,2	33,1	22,4		0,3	0,8	0,01			2,1	10,2			20,8	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.4.6
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,8	0,4
Generación de Vapor	5,5	68,1	62,9			19,7				18,0	100,0				47,9
Cogeneración de Vapor		28,3	36,1												17,4
Otras Calderas	5,3									11,5					0,8
Calor Directo	88,1	3,3			46,3	80,3				58,4				2,1	12,5
Fuerza Motriz		0,4	1,1											56,1	12,1
Frío de Proceso														33,6	7,0
Transporte Interno					3,0		100,0			12,1				3,8	1,1
Electroquímicos														0,5	0,1
Usos No Productivos	1,1				50,6									2,1	0,7
Total	100	100	100		100	100	100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.4.7
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21,1	21,1
Generación de Vapor	80,0	82,7	85,8			87,1				80,0	79,8				82,9
Cogeneración de Vapor		85,0	85,0												85,0
Otras Calderas	85,0									85,0					85,0
Calor Directo	62,5	41,6			61,5	59,4				55,3				62,0	59,0
Fuerza Motriz		80,7	80,7											84,7	84,5
Frío de Proceso														57,1	57,1
Transporte Interno					18,0		18,0			25,0				88,3	52,1
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos	75,0				75,0									82,4	79,5
Total	64,3	80,7	85,5		62,7	63,4	18,0			52,6	79,8			68,9	75,7

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.4.8
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														187	187
Generación de Vapor	32	755	202			1				22	611				1.621
Cogeneración de Vapor		0,0	0,0												0,0
Otras Calderas	20									9					28
Calor Directo	1.209	488			20	106				260				61	2.144
Fuerza Motriz		0,0	0,0											473	473
Frío de Proceso														1.391	1.391
Transporte Interno					0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
Electroquímicos														15	15
Usos No Productivos															
Total	1.260	1.243	202		20	107	0,0			291	611			2.127	5.860

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.4.9
Subsector: Otras Industrias Alimenticias
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														18,8	18,8
Generación de Vapor	8,0	5,0	2,2			0,5				8,0	8,6				5,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	5,6									5,6					5,6
Calor Directo	15,1	33,8			15,7	18,5				20,7				15,4	18,2
Fuerza Motriz														6,2	6,0
Frío de Proceso														20,4	20,4
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,1	11,1
Usos No Productivos															
Total	14,3	5,5	1,4		7,4	15,9				12,9	8,6			12,7	8,0

Fuente: elaboración propia

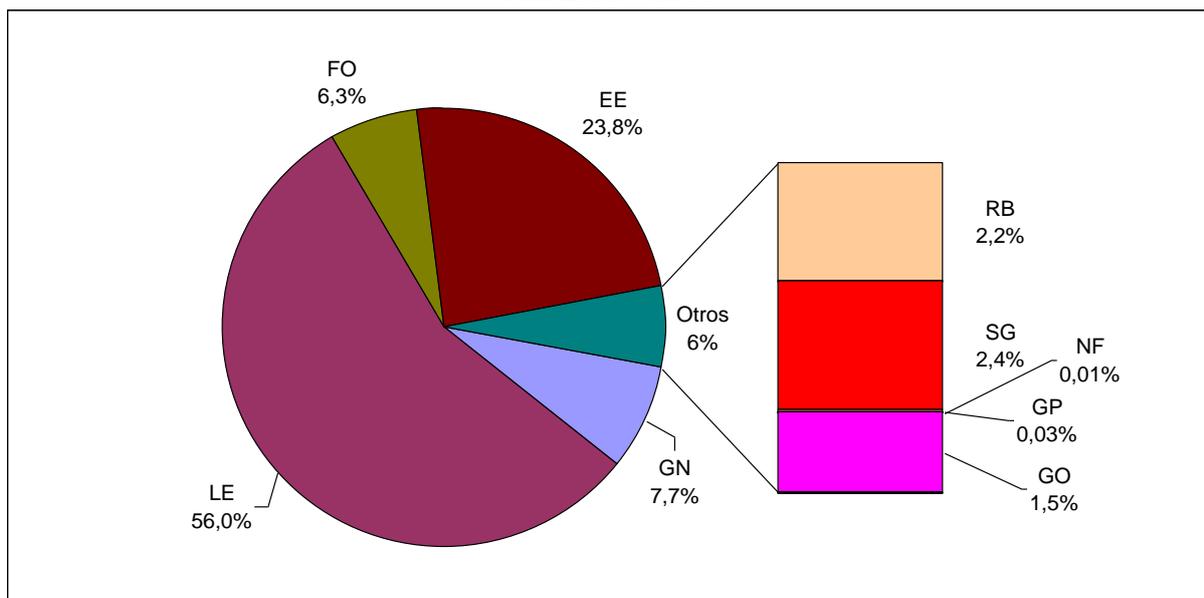
6.5 Bebidas y Tabaco

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 3.619 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 34,9 kTep, representando un 6,2% del total del Sector Industrial, ocupando el séptimo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 9,644 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 89,5% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 10,5% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 24,9 kTep, representando el 6,2% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 71,2%, valor muy cercano al promedio de todo el Sector Industrial.

En el Cuadro 6.5.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Leña de 19,6 kTep, el que representa el 56,0% del consumo Neto y el de Electricidad de 8,3 kTep con un 23,8% de participación. Estas dos Fuentes concentran el 79,8% del consumo del subsector. Con un consumo menor destacan el Gas Natural con 2,7 kTep y un 7,7% de participación y el Fuel Oil con 2,2 kTep y un 6,3% de participación, sumando ambos un 14% de participación. Es decir, que el 93,8% del consumo del subsector se concentra en cuatro Fuentes. Hay que mencionar el consumo de Residuos de Biomasa, que es únicamente Casullo de cebada: son 0,8 kTep, un 2,2% del consumo del subsector. El Cuadro 6.5.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.5.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Bebidas y Tabaco. Este subsector no utiliza las Fuentes: Carbón Mineral, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.5.1
Subsector: Bebidas y Tabaco
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

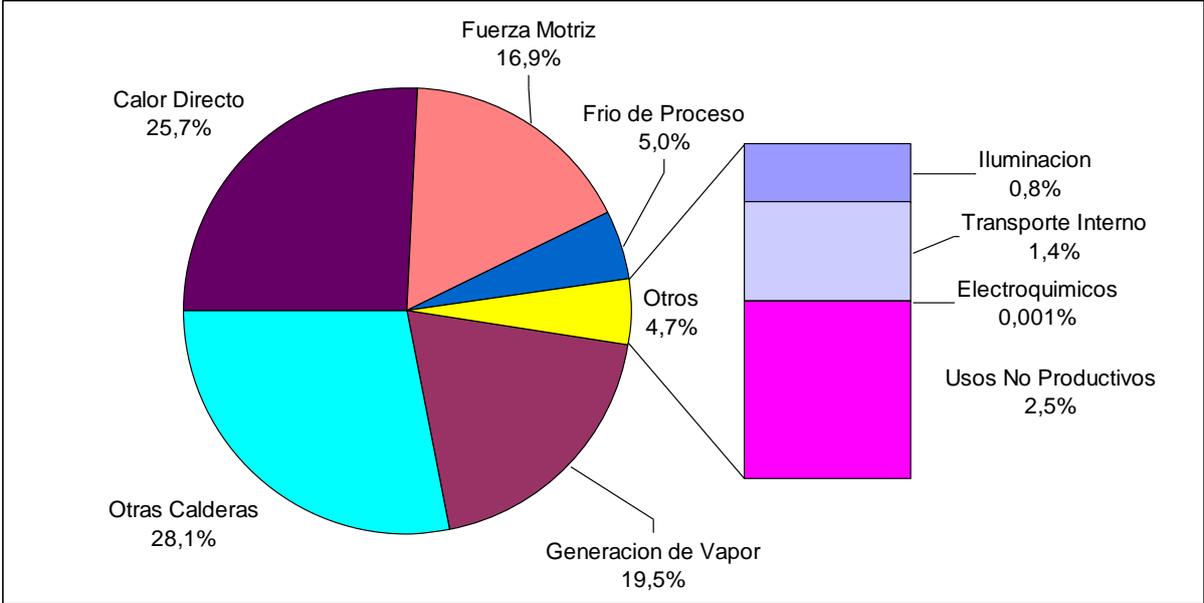


El principal Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es la Generación de Vapor donde compiten contra la Leña (con un 45,8% de participación), el Gas Natural (28,6%) y el

Fuel Oil (24,9%). En Otras Calderas, la Leña prácticamente no tiene competencia (tiene una participación del 86,3% en el Uso), a pesar de haber seis Fuentes en ese Uso; en Calor Directo la situación es similar, pero además de la Leña (que concentra el 88,8% del consumo del Uso), sólo participan tres Fuentes más con importancias menores. Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso), en Transporte Interno compite con el Gas Oil y tiene participaciones menores en los Usos calóricos.

Entre los Usos prevalece Otras Calderas con 9,8 kTep y una participación del 28,1%, Calor Directo con 8,9 kTep y un 25,7% de participación, la Generación de Vapor con 6,8 kTep, representando el 19,5% del consumo del subsector y Fuerza Motriz con 5,9 kTep y un 16,9% de participación en el consumo. Estos cuatro Usos concentran el 90,2% del consumo del subsector. Es práctico también mencionar en este subsector la participación del 5% del Uso Frío de Proceso. El Cuadro 6.5.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta. El Gráfico 6.5.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Bebidas y Tabaco. En el subsector no está el Uso Cogeneración de Vapor.

Gráfico 6.5.2
Subsector: Bebidas y Tabaco
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



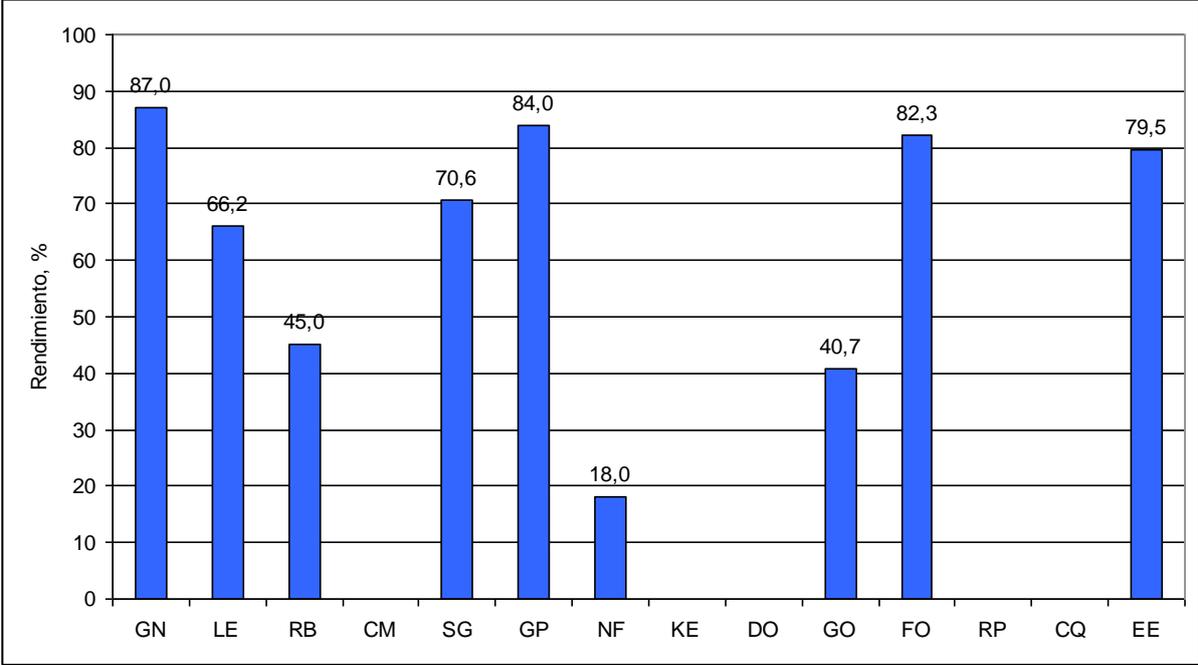
En los Usos, destaca el hecho que Otras Calderas y Calor Directo concentran el 84,0% del consumo de Leña. También es destacable que los Residuos de Biomasa se utilizan únicamente en Calor Directo; Generación de Vapor concentra el 72,7% del consumo de Gas Natural; Fuerza Motriz concentra el 71,1% del consumo de Electricidad. En los Usos menos importantes, Transporte Interno concentra el 63,9% del consumo de Gas Oil, el cual tiene presencia en cinco Usos y los procesos Electroquímicos tienen un consumo mínimo de Electricidad.

En el Cuadro 6.5.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.5.5 y 6.5.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. La participación de las Fuentes en Energía Útil es similar respecto a la que tenían en Energía Neta: Leña un 52,1%, Electricidad un 26,6%, Gas Natural un 9,4% y Fuel Oil un 7,3%. Las participaciones de los Usos en Energía Útil cambian un poco como consecuencia de los rendimientos de utilización; se mantiene

Otras Calderas en el primer lugar con 32,4% de participación, pero cambian los lugares que siguen: Generación de Vapor tiene un 22,5% de participación en Energía Útil, Fuerza Motriz un 21,2% y Calor Directo un 16,4%.

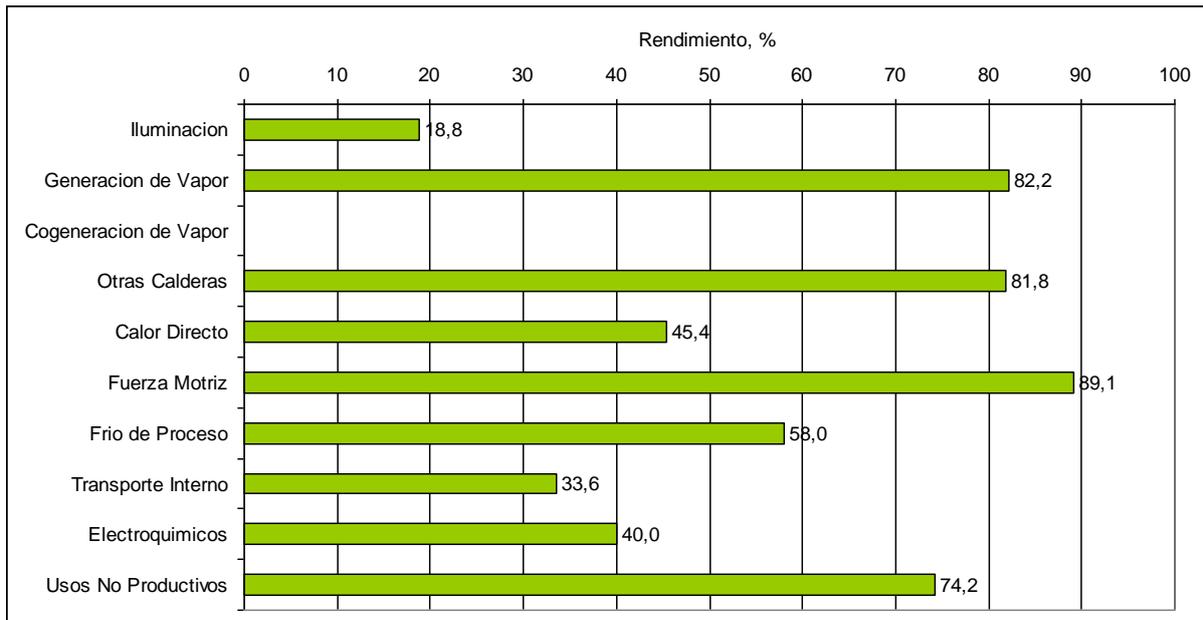
El Cuadro 6.5.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 71,2%. El Gráfico 6.5.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Bebidas y Tabaco.

Gráfico 6.5.3
Subsector: Bebidas y Tabaco
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
Año 2006 – en %



El Gráfico 6.5.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Bebidas y Tabaco.

Gráfico 6.5.4
Subsector: Bebidas y Tabaco
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
Año 2006 – en %



Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 66,2% y la Electricidad 79,5%. Las Fuentes con mejores rendimientos son: el Gas Natural con 87%, el Gas Propano con 84,0% y el Fuel Oil con 82,3%. El rendimiento de la Electricidad es relativamente bajo debido al rendimiento de esta Fuente en Iluminación, Electroquímicos, Frío de Proceso y Calor Directo. El rendimiento global del subsector se debe principalmente a los rendimientos de la Leña y la Electricidad en sus Usos.

Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Otras Calderas 81,8%, Calor Directo 45,4%, Generación de Vapor un 82,2% y Fuerza Motriz 89,1%.

En los cuadros 6.5.8 y 6.5.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Bebidas y Tabaco es de 4,6 kTep, que representan un ahorro de 13,0% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo, con 2,6 kTep que representan el 57,3% de todo el potencial de ahorro en el subsector, muy concentrado en la Leña; el segundo ahorro importante está en el Uso Otras Calderas, con 0,9 kTep que representan el 19,6% de todo el potencial de ahorro en el subsector, también muy concentrado en la Leña.

Cuadro 6.5.1
Subsector: Bebidas y Tabaco
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														294	294
Generación de Vapor	1.943	3.118								3,8	1.694			45	6.804
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	717	8.477				9,3				109	503			6,5	9.822
Calor Directo		7.962	783							76				144	8.964
Fuerza Motriz														5.904	5.904
Frío de Proceso														1.758	1.758
Transporte Interno					65		4,0			336				78	484
Electroquímicos														0,2	0,2
Usos No Productivos	13,1				779	1,1				1,2				76	871
Total	2.673	19.557	783		845	10,4	4,0			525	2.197			8.305	34.900

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Bebidas y Tabaco, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.5.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 7,9 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Bebidas y Tabaco, el 0,04% (3,2 Tep ó 37 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.5.2
Subsector: Bebidas y Tabaco
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	28,6	45,8								0,1	24,9			0,7	100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	7,3	86,3				0,1				1,1	5,1			0,1	100
Calor Directo		88,8	8,7							0,8				1,6	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					13,5		0,8			69,4				16,2	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	1,5				89,5	0,1				0,1				8,8	100
Total	7,7	56,0	2,2		2,42	0,03	0,01			1,5	6,3			23,8	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.5.3
Subsector: Bebidas y Tabaco
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														3,5	0,8
Generación de Vapor	72,7	15,9								0,7	77,1			0,5	19,5
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	26,8	43,3				89,9				20,7	22,9			0,1	28,1
Calor Directo		40,7	100,0							14,4				1,7	25,7
Fuerza Motriz														71,1	16,9
Frío de Proceso														21,2	5,0
Transporte Interno					7,7		100,0			63,9				0,9	1,4
Electroquímicos														0,002	0,0005
Usos No Productivos	0,5				92,3	10,1				0,2				0,9	2,5
Total	100	100	100		100	100	100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.5.4
Subsector: Bebidas y Tabaco
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														55	55
Generación de Vapor	1.671	2.525								3,4	1.355			40	5.595
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	645	6.834				7,9				92	453			5,9	8.039
Calor Directo		3.583	352							37				99	4.071
Fuerza Motriz														5.262	5.262
Frío de Proceso														1.020	1.020
Transporte Interno					11,8		0,7			81				69	162
Electroquímicos														0,07	0,07
Usos No Productivos	9,8				585	0,8				0,3				51	646
Total	2.326	12.942	352		596	8,7	0,7			214	1.808			6.602	24.851

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.5.5
Subsector: Bebidas y Tabaco
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	29,9	45,1								0,1	24,2			0,7	100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	8,0	85,0				0,1				1,1	5,6			0,1	100
Calor Directo		88,0	8,7							0,9				2,4	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					7,2		0,4			49,8				42,5	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	1,5				90,5	0,1				0,0				7,8	100
Total	9,4	52,1	1,4		2,40	0,04	0,003			0,9	7,3			26,6	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.5.6
Subsector: Bebidas y Tabaco
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														0,8	0,2
Generación de Vapor	71,8	19,5								1,6	74,9			0,6	22,5
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	27,7	52,8				90,9				43,2	25,1			0,1	32,4
Calor Directo		27,7	100,0							17,2				1,5	16,4
Fuerza Motriz														79,7	21,2
Frío de Proceso														15,5	4,1
Transporte Interno					2,0		100,0			37,8				1,0	0,7
Electroquímicos														0,001	0,0003
Usos No Productivos	0,4				98,0	9,1				0,1				0,8	2,6
Total	100	100	100		100	100	100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.5.7
Subsector: Bebidas y Tabaco
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														18,8	18,8
Generación de Vapor	86,0	81,0								90,1	80,0			90,0	82,2
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	90,0	80,6				85,0				85,0	90,0			90,0	81,8
Calor Directo		45,0	45,0							48,6				69,0	45,4
Fuerza Motriz														89,1	89,1
Frío de Proceso														58,0	58,0
Transporte Interno					18,0		18,0			24,1				88,1	33,6
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos	75,0				75,0	75,0				24,0				66,4	74,2
Total	87,0	66,2	45,0		70,6	84,0	18,0			40,7	82,3			79,5	71,2

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.5.8
Subsector: Bebidas y Tabaco
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														82	82
Generación de Vapor	22	216								0,0	136			0,0	375
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	0,0	883				0,5				6,0	0,0			0,0	890
Calor Directo		2.342	230							20				16	2.607
Fuerza Motriz														251	251
Frío de Proceso														346	346
Transporte Interno					0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
Electroquímicos														0,02	0,02
Usos No Productivos															
Total	22	3.441	230		0,0	0,5	0,0			26	136			695	4.551

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.5.9
Subsector: Bebidas y Tabaco
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														27,81	27,8
Generación de Vapor	1,1	6,9									8,1				5,5
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		10,4				5,6				5,6					9,1
Calor Directo		29,4	29,4							26,0				10,93	29,1
Fuerza Motriz														4,25	4,3
Frío de Proceso														19,71	19,7
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,11	11,1
Usos No Productivos															
Total	0,8	17,6	29,4			5,0				4,9	6,2			8,37	13,0

Fuente: elaboración propia

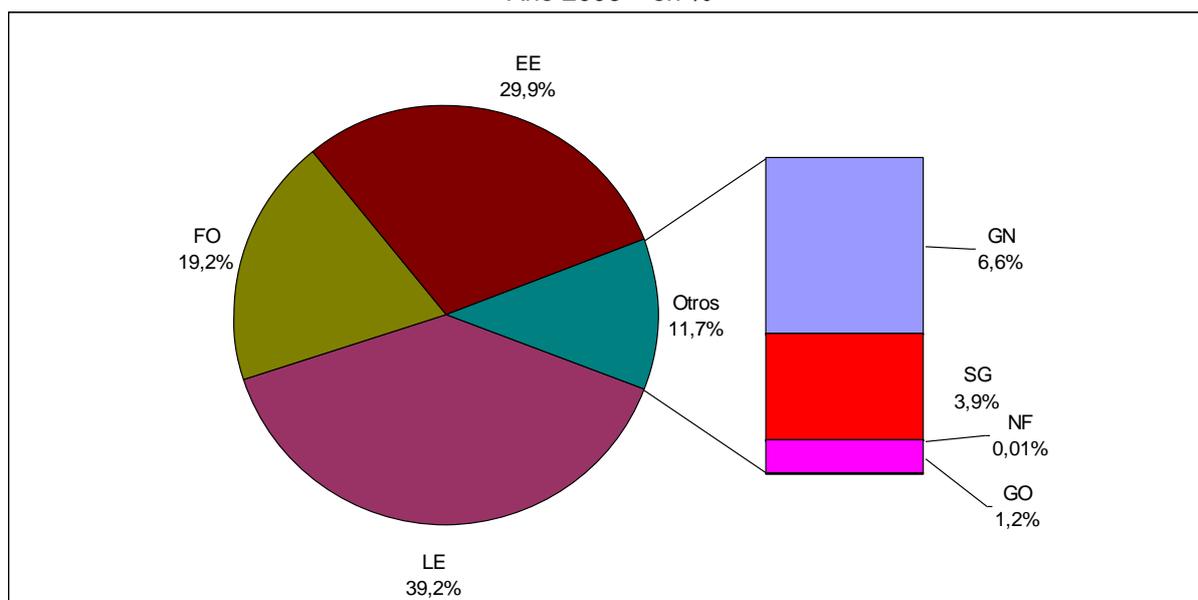
6.6 Textil

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 13.487 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 39,4 kTep, representando un 7,0% del total del Sector Industrial y ocupando el sexto lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 2,921 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 43,4% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 56,6% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 30,8 kTep, representando el 7,7% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 78,2%, valor que ubica a este subsector como el cuarto con mejor rendimiento del Sector Industrial.

En el Cuadro 6.6.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Leña de 15,4 kTep, el que representa el 39,2% del consumo Neto, el de Electricidad de 11,8 kTep con un 29,9% de participación y el consumo de Fuel Oil de 7,5 kTep y un 19,2% de participación. Estas tres Fuentes concentran el 88,3% del consumo del subsector. Con un consumo menor destacan el Gas Natural con 2,6 kTep y un 6,6% de participación y el Supergás con 1,5 kTep y un 3,9% de participación, sumando ambos un 10,5% de participación. Es decir, que el 98,8% del consumo del subsector se concentra en cinco Fuentes. El Cuadro 6.6.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.6.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Textil. Este subsector no utiliza las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Gas Propano, Queroseno, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.6.1
Subsector: Textil
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

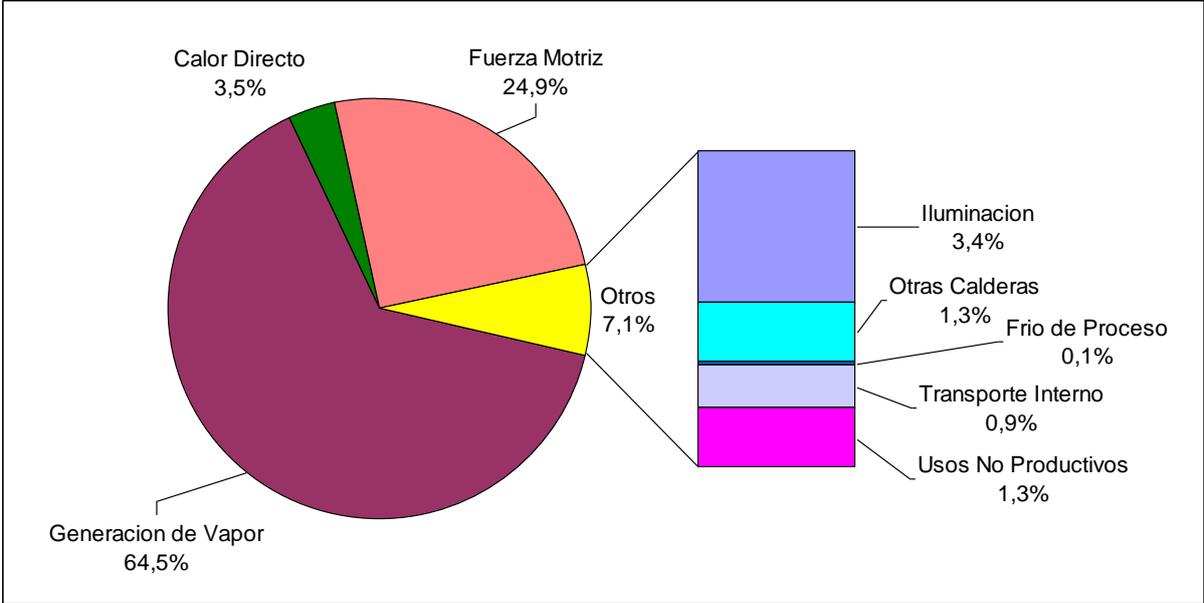


El principal Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es la Generación de Vapor donde compiten contra la Leña (60,8% de participación en el Uso), el Fuel Oil (27,8%) y en

menor medida el Gas Natural y el Supergás; la participación del Gas Oil en este Uso es marginal. En Calor Directo, el Gas Natural (con un 85,9% de participación en el Uso) prácticamente no tiene competencia con las otras Fuentes en ese Uso (Supergás, Gas Oil y Electricidad). La Electricidad compite en forma limitada en Otras Calderas con el Fuel Oil y en Transporte Interno con el Gas Oil y la Nafta; la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso). Hay que referirse también a la variedad de Usos del Gas Oil en este subsector.

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 25,4 kTep y una participación del 64,5%, Fuerza Motriz con 9,8 kTep y un 24,9% y en mucho menos grado el Calor Directo con 1,4 kTep y un 3,5% de participación; sin embargo hay que mencionar que en este subsector, parte del Vapor Generado se usa como medio calefactor en hornos de proceso (secado y termofijado). En estos tres Usos se concentra el 92,9% del consumo del subsector. El Cuadro 6.6.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.6.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Textil. En el subsector no está el Uso Cogeneración de Vapor ni Electroquímicos.

Gráfico 6.6.2
Subsector: Textil
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

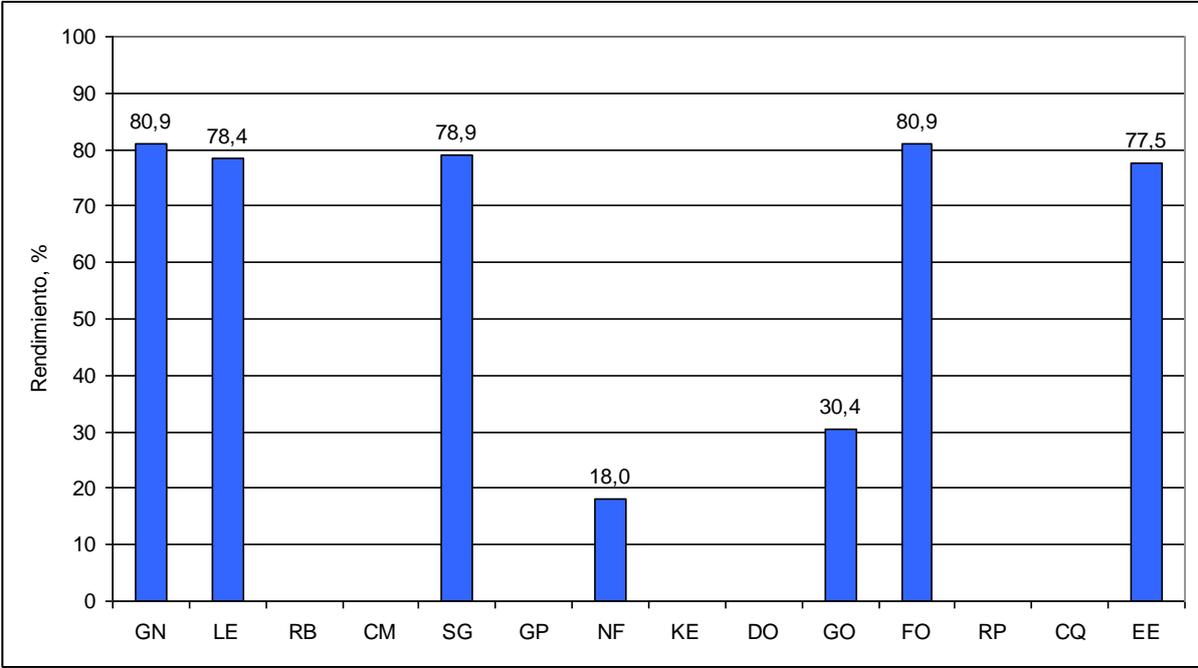


En los Usos, destaca el hecho que en Generación de Vapor se consume toda la Leña; también en Generación de Vapor se concentra el 93,6% del consumo de Fuel Oil y el 53,8% del consumo de Gas Natural. La Fuerza Motriz concentra el 83,1% del consumo de Electricidad. En los Usos de menor importancia, el Transporte Interno concentra el 74,7% del consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.6.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.6.5 y 6.6.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. La participación de las Fuentes en Energía Útil es similar respecto a la que tenían en Energía Neta: Leña un 39,3%, Electricidad un 29,6% y el Fuel Oil un 19,8%. Las participaciones de los Usos en Energía Útil también se mantienen similares: Generación de Vapor con 65,6%, Fuerza Motriz con 27,2% y Calor Directo con 3,2%.

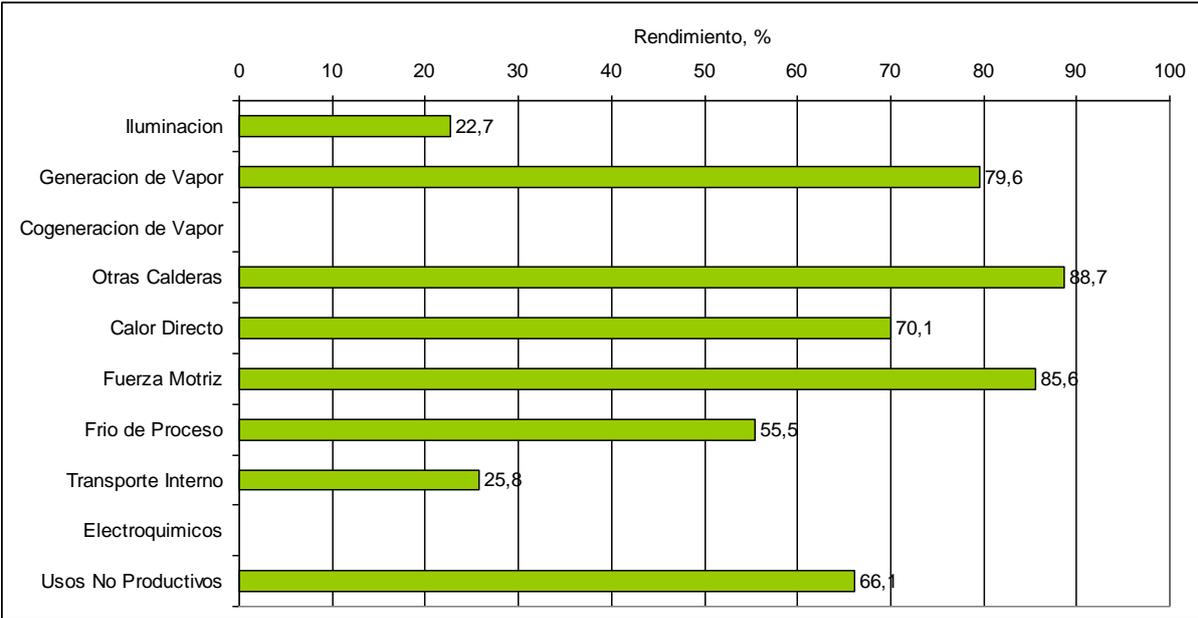
El Cuadro 6.6.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 78,2%. El Gráfico 6.6.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Textil.

Gráfico 6.6.3
 Subsector: Textil
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.6.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Textil.

Gráfico 6.6.4
 Subsector: Textil
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 78,4%, la Electricidad 77,5% y el Fuel Oil 80,9%. Entre las Fuentes con mejores rendimientos, además del Fuel Oil está el Gas Natural con 80,9%. El rendimiento de la Electricidad es relativamente bajo debido al rendimiento de esta Fuente en sus Usos de “menor rendimiento”, análogamente a los otros subsectores. El rendimiento global del subsector se debe principalmente a los rendimientos de las cinco Fuentes principales en Energía Neta. Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 79,6%, Fuerza Motriz 85,6% y Calor Directo 70,1%; este último es superior al de otros subsectores para el Uso Calor Directo y se debe a buenas características de operación logradas con el Gas Natural y al mínimo uso de otros Combustibles líquidos o sólidos en Calor Directo. Entre los Usos con buenos rendimientos hay que mencionar también las Otras Calderas con 88,7%.

En los cuadros 6.6.8 y 6.6.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Textil es de 3,1 kTep, que representan un ahorro de 7,8% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Generación de Vapor, con 2,2 kTep que representan el 71,9% de todo el potencial de ahorro en el subsector, muy concentrado en la Leña; el segundo ahorro importante está en Fuerza Motriz, con 0,6 kTep que representan el 18,5% de todo el potencial de ahorro en el subsector.

Cuadro 6.6.1
Subsector: Textil
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1.331	1.331
Generación de Vapor	1.397	15.443			1.474					22,4	7.063			19	25.418
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											481			38	520
Calor Directo	1.201				52					99				46	1.398
Fuerza Motriz														9.797	9.797
Frío de Proceso														43	43
Transporte Interno							3,2			357				11,0	371
Electroquímicos															
Usos No Productivos					15									499	513
Total	2.598	15.443			1.540		3,2			478	7.544			11.784	39.391

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Textil, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.6.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 712 Tep, el mayor consumo de todos los subsectores, equivale al 58,8% de todo el consumo de Queroseno del Sector Industrial.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Textil, el 0,04% (4,3 Tep ó 50 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos. No obstante, en un establecimiento MG se dispone de 3 turbinas de vapor a contrapresión para cogeneración de electricidad, sumando una potencia de 3,3 MW, las cuales, con sus respectivas calderas, no operaron el 2006.

Cuadro 6.6.2
Subsector: Textil
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	5,5	60,8			5,8					0,1	27,8			0,1	100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											92,6			7,4	100
Calor Directo	85,9				3,7					7,1				3,3	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno							0,9			96,2				3,0	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					2,8									97,2	100
Total	6,6	39,2			3,91		0,01			1,2	19,2			29,9	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.6.3
Subsector: Textil
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														11,3	3,4
Generación de Vapor	53,8	100,0			95,7					4,7	93,6			0,2	64,5
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											6,4			0,3	1,3
Calor Directo	46,2				3,4					20,6				0,4	3,5
Fuerza Motriz														83,1	24,9
Frío de Proceso														0,4	0,1
Transporte Interno							100,0			74,7				0,1	0,9
Electroquímicos															
Usos No Productivos					0,9									4,2	1,3
Total	100	100			100		100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.6.4
Subsector: Textil
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														302	302
Generación de Vapor	1.217	12.112			1.179					18,9	5.676			17	20.221
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											426			34	461
Calor Directo	885				26					41				28	980
Fuerza Motriz														8.391	8.391
Frío de Proceso														24	24
Transporte Interno							0,6			86				9,4	96
Electroquímicos															
Usos No Productivos					11									328	339
Total	2.102	12.112			1.216		0,6			145	6.102			9.133	30.812

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.6.5
Subsector: Textil
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	6,0	59,9			5,8					0,1	28,1			0,1	100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											92,5			7,5	100
Calor Directo	90,3				2,7					4,2				2,8	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno							0,6			89,5				9,9	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					3,2									96,8	100
Total	6,8	39,3			3,95		0,002			0,5	19,8			29,6	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.6.6
Subsector: Textil
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														3,3	1,0
Generación de Vapor	57,9	100,0			96,9					13,0	93,0			0,2	65,6
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											7,0			0,4	1,5
Calor Directo	42,1				2,2					28,0				0,3	3,2
Fuerza Motriz														91,9	27,2
Frío de Proceso														0,3	0,1
Transporte Interno							100,0			59,0				0,1	0,3
Electroquímicos															
Usos No Productivos					0,9									3,6	1,1
Total	100	100			100		100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.6.7
Subsector: Textil
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22,7	22,7
Generación de Vapor	87,1	78,4			80,0					84,4	80,4			90,0	79,6
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											88,6			90,0	88,7
Calor Directo	73,7				50,0					41,2				60,2	70,1
Fuerza Motriz														85,6	85,6
Frío de Proceso														55,5	55,5
Transporte Interno							18,0			24,0				85,7	25,8
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0									65,8	66,1
Total	80,9	78,4			78,9		18,0			30,4	80,9			77,5	78,2

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.6.8
Subsector: Textil
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														136	136
Generación de Vapor	0,3	1.529			119					0,9	547			0,0	2.196
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											3,9			0,0	3,9
Calor Directo	91,0				13					33				8	144
Fuerza Motriz														565	565
Frío de Proceso														8,9	8,9
Transporte Interno							0,0			0,0				0,0	0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	91,3	1.529			131,6		0,0			34	551			718	3.054

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.6.9
Subsector: Textil
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														10,24	10,2
Generación de Vapor	0,02	9,9			8,0					4,0	7,7				8,6
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											0,8				0,8
Calor Directo	7,6				24,8					33,1				16,51	10,3
Fuerza Motriz														5,77	5,8
Frío de Proceso														20,97	21,0
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	3,5	9,9			8,5					7,0	7,3			6,09	7,8

Fuente: elaboración propia

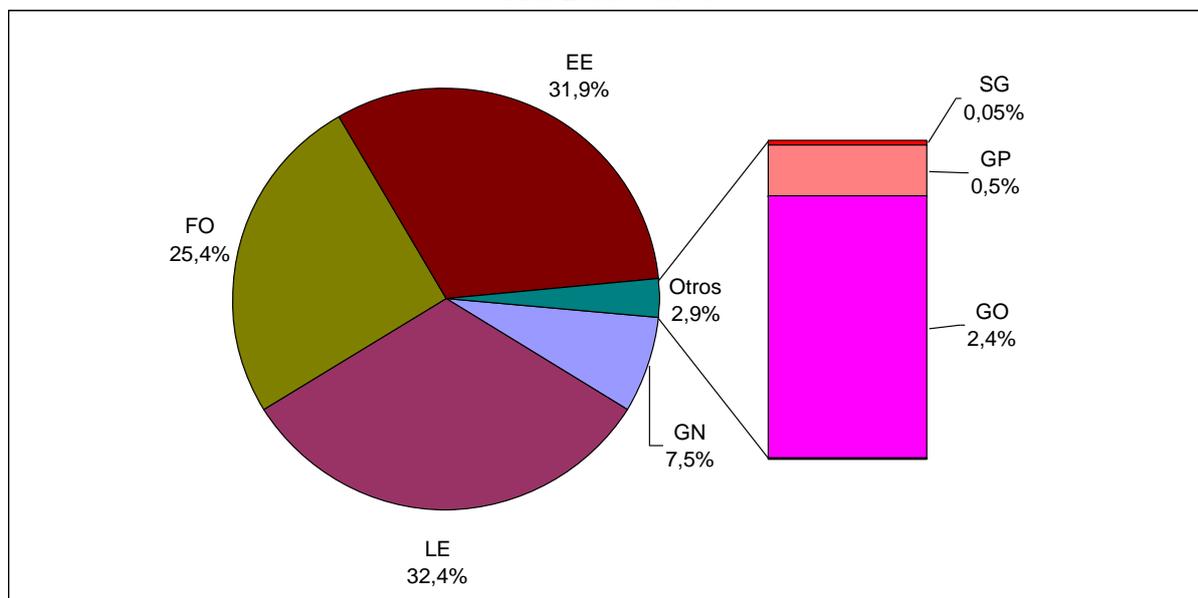
6.7 Cuero

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 5.085 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 17,6 kTep, representando un 3,1% del total del Sector Industrial y ocupando el undécimo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 3,456 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 55,7% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 44,3% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 14,1 kTep, representando el 3,5% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 80,2%, que posiciona a este subsector en el tercer lugar con mejor rendimiento.

En el Cuadro 6.7.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Leña de 5,7 kTep, el que representa el 32,4% del consumo Neto, el de Electricidad de 5,6 kTep con un 31,9% de participación y el de Fuel Oil de 4,5 kTep equivalente al 25,4% del consumo del subsector. Estas tres Fuentes concentran el 89,7% del consumo del subsector. Destaca en menor medida el Gas Natural con 1,3 kTep y una participación del 7,5%. El Cuadro 6.7.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.7.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Cuero. Este subsector no utiliza las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Nafta, Queroseno, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.7.1
Subsector: Cuero
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

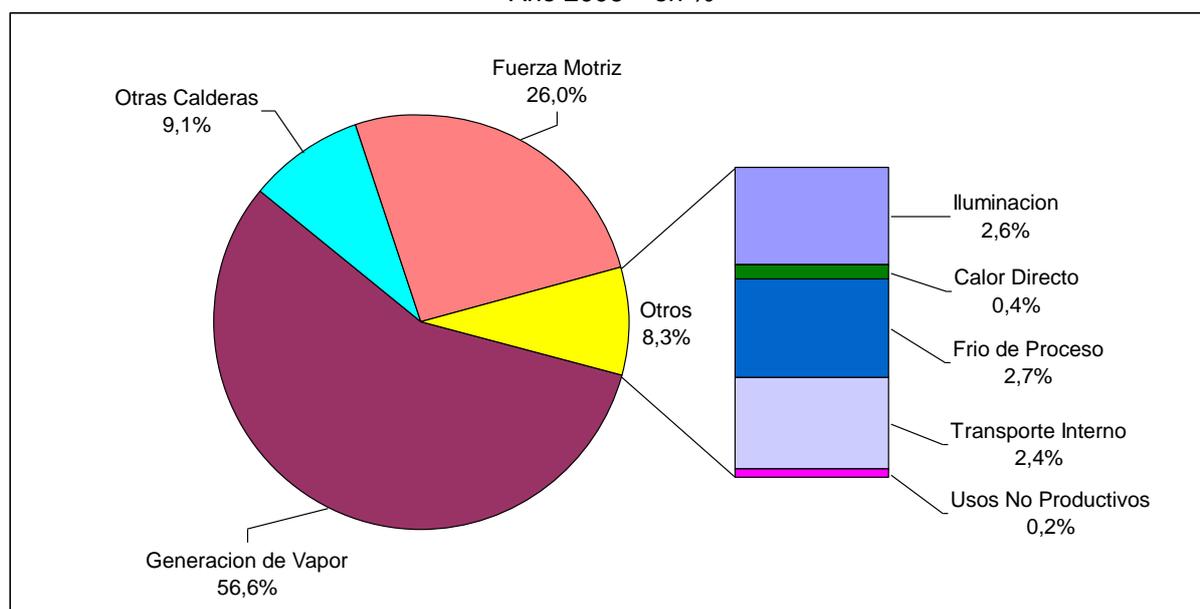


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, especialmente en Generación de Vapor donde compiten contra la Leña (con un 57,2% de participación), el Fuel Oil (con 36,3%) y el Gas Natural (con 5,7%); en Otras Calderas compiten Fuel Oil (con un 53,4% de participación en el Uso) y el Gas Natural (con 46,6%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente

eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso) y en Transporte Interno prácticamente no es competencia para el Gas Oil (98,3% de participación en el Uso).

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 10,0 kTep, representando el 56,6% del consumo del subsector, Fuerza Motriz que consume 4,6 kTep con una participación de 26,0% y Otras Calderas con 1,6 kTep y un 9,1% de participación en el consumo. Estos tres Usos concentran el 91,7% del consumo del subsector. El Cuadro 6.7.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.7.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Cuero. En el subsector no están los Usos: Cogeneración de Vapor y Electroquímicos.

Gráfico 6.7.2
Subsector: Cuero
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



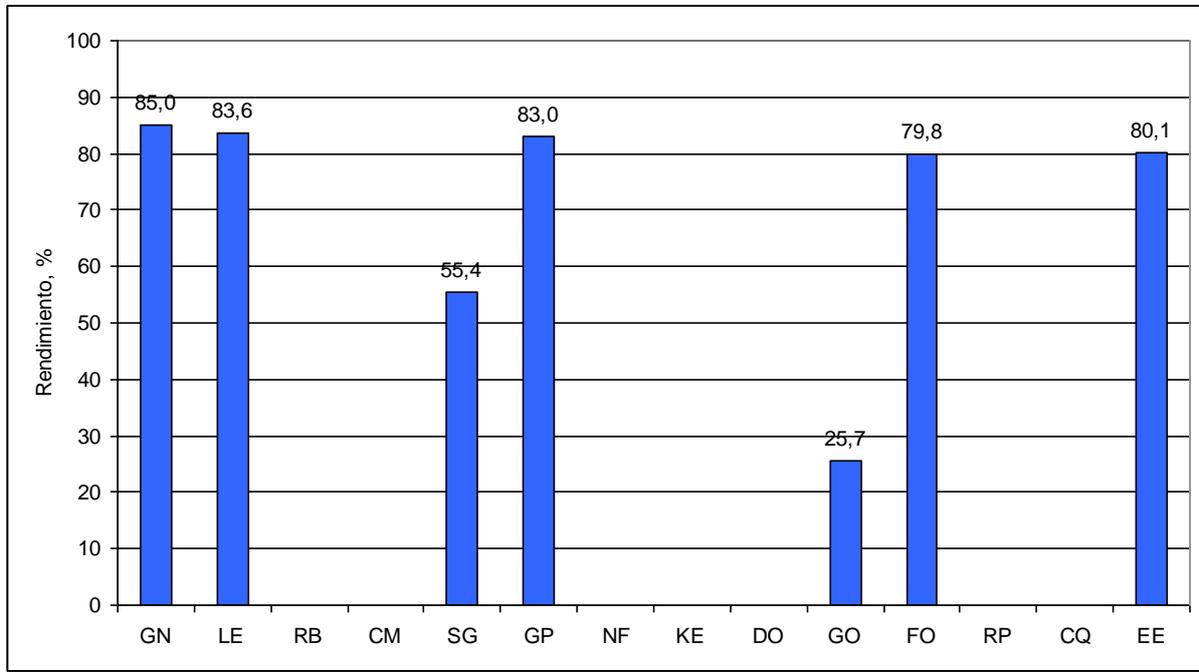
En los Usos, destaca el hecho que la Generación de Vapor concentra la totalidad del consumo de Leña y Gas Propano y gran parte del consumo de FUEL OIL (el 80,9% de su consumo), además del 43,4% del consumo de Gas Natural; Otras Calderas consume el saldo del Gas Natural y del FUEL OIL. La Fuerza Motriz concentra el 81,6% del consumo de Electricidad. En los Usos menos importantes, Transporte Interno es responsable del 99,6% del consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.7.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.7.5 y 6.7.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil se mantienen respecto a las de Energía Neta por la similitud de los rendimientos de las Fuentes principales: la Leña tiene una participación de 33,8% en Energía Útil, la Electricidad 31,8% y el FUEL OIL 25,2%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones también son similares a las de Energía Neta: Generación de Vapor con 57,8%, Fuerza Motriz con 28,8% y Otras Calderas con 9,6%.

El Cuadro 6.7.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 80,2%. Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 83,6%, la Electricidad 80,1% y el FUEL OIL 79,8%. También es destacable el rendimiento del Gas Natural de 85,0%. El rendimiento de la Electricidad se mantiene alto por la importancia de la Fuerza Motriz en esta Fuente de

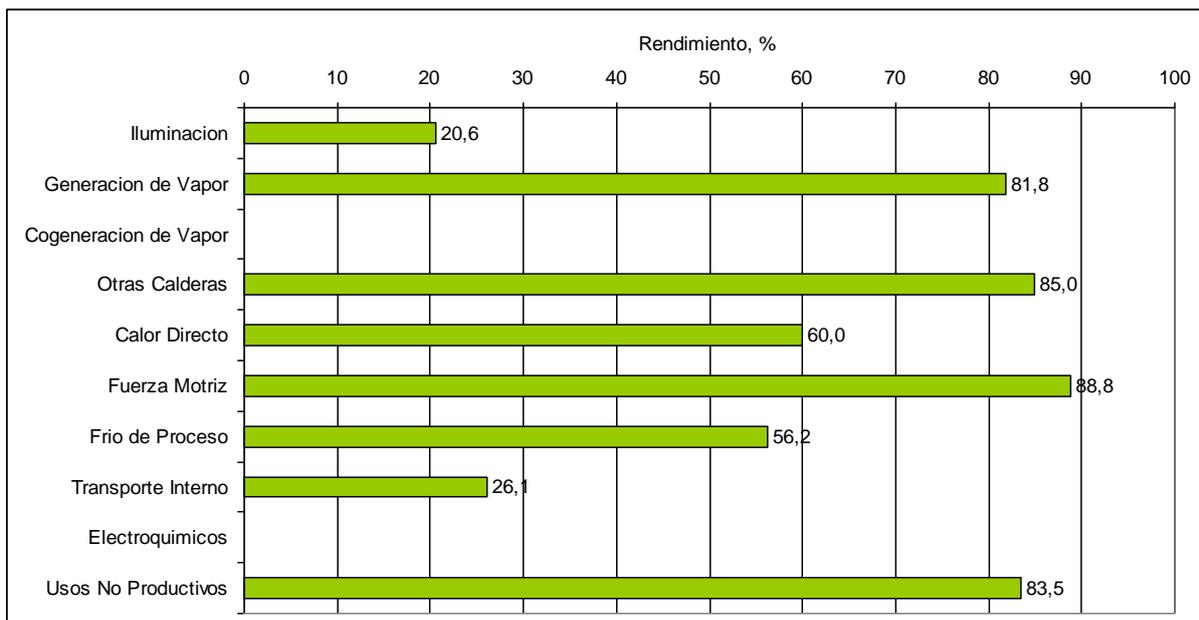
Energía. El rendimiento global del subsector se debe principalmente a los buenos rendimientos logrados en sus Fuentes y Usos principales. El Gráfico 6.7.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Cuero.

Gráfico 6.7.3
Subsector: Cuero
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
Año 2006 – en %



El Gráfico 6.7.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Cuero.

Gráfico 6.7.4
Subsector: Cuero
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 81,8%, Fuerza Motriz 88,8% y Otras Calderas 85,0%, que son también los Usos con mejores rendimientos.

En los cuadros 6.7.8 y 6.7.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Cuero es de 1,1 kTep, que representan un ahorro de 6,2% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Generación de Vapor, con 0,6 kTep que representan el 54,5% de todo el potencial de ahorro en el subsector, concentrado en la Leña y el Fuel Oil; el segundo ahorro importante está en el Uso Fuerza Motriz Eléctrica, con 0,2 kTep que representan el 19,4% de todo el potencial de ahorro en el subsector.

Cuadro 6.7.1
Subsector: Cuero
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														462	462
Generación de Vapor	569	5.694			0,9	82					3.609				9.954
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	742										850				1.592
Calor Directo														65	65
Fuerza Motriz														4.565	4.565
Frío de Proceso														467	467
Transporte Interno					3,1					420				4	427
Electroquímicos															
Usos No Productivos					4,7					2				35	41
Total	1.311	5.694			8,8	82				422	4.459			5.598	17.573

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Cuero, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.7.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 14,0 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Cuero, el 0,06% (3,4 Tep ó 39 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.7.2
Subsector: Cuero
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	5,7	57,2			0,0	0,8					36,3				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	46,6										53,4				100
Calor Directo														100,0	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					0,7					98,3				1,0	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					11,5					4,4				84,1	100
Total	7,5	32,4			0,0	0,46				2,4	25,4			31,9	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.7.3
Subsector: Cuero
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														8,2	2,6
Generación de Vapor	43,4	100,0			10,5	100,0					80,9				56,6
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	56,6										19,1				9,1
Calor Directo														1,2	0,4
Fuerza Motriz														81,6	26,0
Frío de Proceso														8,3	2,7
Transporte Interno					35,3					99,6				0,1	2,4
Electroquímicos															
Usos No Productivos					54,2					0,4				0,6	0,2
Total	100	100			100	100				100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.7.4
Subsector: Cuero
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														95	95
Generación de Vapor	483	4.760			0,7	68					2.835				8.147
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	631										722				1.353
Calor Directo														39	39
Fuerza Motriz														4.056	4.056
Frío de Proceso														262	262
Transporte Interno					0,6					107				3,5	111
Electroquímicos															
Usos No Productivos					3,6					0,9				30	35
Total	1.114	4.760			4,8	68				108	3.558			4.486	14.099

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.7.5
Subsector: Cuero
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	5,9	58,4			0,01	0,8					34,8				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	46,6										53,4				100
Calor Directo														100,0	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					0,5					96,4				3,1	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					10,3					2,6				87,1	100
Total	7,9	33,8			0,03	0,5				0,8	25,2			31,8	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.7.6
Subsector: Cuero
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														2,1	0,7
Generación de Vapor	43,4	100,0			15,1	100,0					79,7				57,8
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	56,6										20,3				9,6
Calor Directo														0,9	0,3
Fuerza Motriz														90,4	28,8
Frío de Proceso														5,8	1,9
Transporte Interno					11,5					99,2				0,1	0,8
Electroquímicos															
Usos No Productivos					73,4					0,8				0,7	0,2
Total	100	100			100	100				100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.7.7
Subsector: Cuero
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														20,6	20,6
Generación de Vapor	85,0	83,6			80,0	83,0					78,6				81,8
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	85,0										85,0				85,0
Calor Directo														60,0	60,0
Fuerza Motriz														88,8	88,8
Frío de Proceso														56,2	56,2
Transporte Interno					18,0					25,6				85,4	26,1
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0					49,7				86,5	83,5
Total	85,0	83,6			55,4	83,0				25,7	79,8			80,1	80,2

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.7.8
Subsector: Cuero
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														88	88
Generación de Vapor	13	223			0,1	3,8					352				591
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	41										47				88
Calor Directo														11	11
Fuerza Motriz														210	210
Frío de Proceso														96,3	96,3
Transporte Interno					0,0					0,0				0,0	0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	54	223			0,1	3,8				0,0	399			405	1.085

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.7.9
Subsector: Cuero
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19,2	19,2
Generación de Vapor	2,30	3,9			8,0	4,6					9,7				5,9
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	5,6										5,6				5,6
Calor Directo														16,7	16,7
Fuerza Motriz														4,6	4,6
Frío de Proceso														20,6	20,6
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	4,1	3,9			0,8	4,6					8,9			7,2	6,2

Fuente: elaboración propia

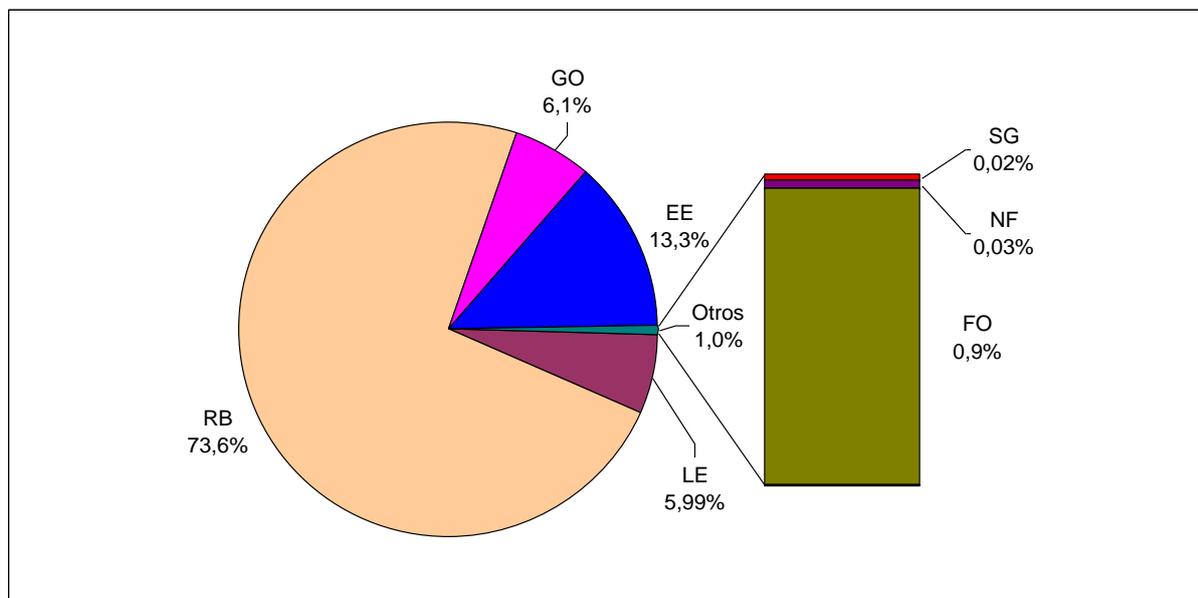
6.8 Madera

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 3.019 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 32,7 kTep, representando un 5,8% del total del Sector Industrial y ocupando el octavo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 10,820 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 69,8% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 30,2% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 25,1 kTep, representando el 6,2% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 76,7%, valor algo superior al promedio de todo el Sector Industrial que posiciona a este subsector en el quinto lugar con mejor rendimiento.

En el Cuadro 6.8.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Residuos de Biomasa de 24,1 kTep, que representa el 73,6% del consumo Neto y el de Electricidad de 4,3 kTep con un 13,3% de participación. Con menor importancia destacan el consumo de Gas Oil de 2,0 kTep y su participación de 6,1% y la Leña con 2,0 kTep y 6,0% de participación. Estas cuatro Fuentes concentran el 99,0% del consumo del subsector. El Cuadro 6.8.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.8.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Madera. Este subsector no utiliza las Fuentes: Gas Natural, Carbón Mineral, Gas Propano, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.8.1
Subsector: Madera
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

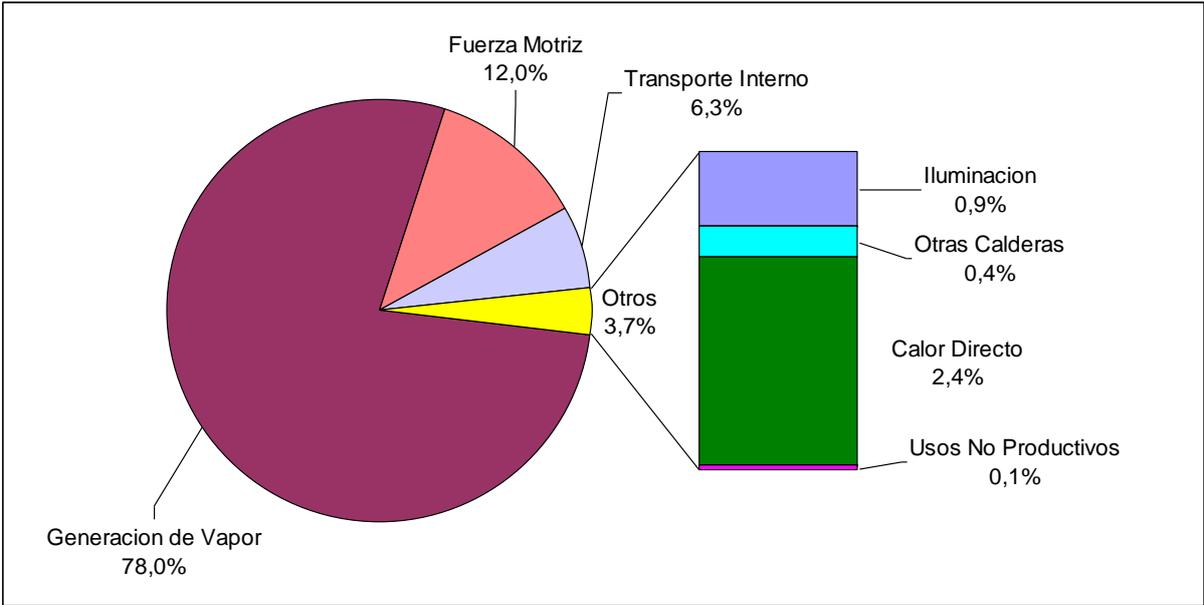


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos: en Generación de Vapor la Leña (con 7,5% de participación en el Uso) y el Fuel Oil (1,2%) compiten en forma limitada con los Residuos de Biomasa (91,3% de participación en el Uso); en Otras Calderas compete la Leña (30,2% de participación) con los Residuos de

Biomasa (69,8%). En Calor Directo la Electricidad (con 10,2% de participación) compite con los Residuos de Biomasa (89,8%). El Gas Oil prácticamente no tiene competencia de la Nafta y la Electricidad en Transporte Interno. Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación y Fuerza Motriz). En Calor Directo la Electricidad compite, aunque en forma reducida, con los Residuos de Biomasa.

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 25,5 kTep, representando el 78,0% del consumo del subsector, Fuerza Motriz que consume 3,9 kTep con una participación de 12,0% y Transporte Interno con 2,0 kTep y un 6,3% de participación en el consumo. Estos tres Usos concentran el 96,3% del consumo del subsector. Hay que mencionar que parte del vapor generado se usa en los secadores de madera del subsector, reduciendo la participación del Uso Calor Directo. El Cuadro 6.8.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.8.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Madera. En el subsector no están los Usos: Cogeneración de Vapor, Frío de Proceso y Electroquímicos. Hay que destacar que hasta aquí, este es el único subsector en que destaca el Transporte Interno y no se utiliza Frío de Proceso, debido a las características productivas de este rubro.

Gráfico 6.8.2
Subsector: Madera
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



En los Usos, destaca el hecho que la Generación de Vapor concentra casi la totalidad del consumo de Leña (el 98,2%) y Residuos de Biomasa (96,7%) y la totalidad del consumo de Fuel Oil. Fuerza Motriz concentra el 90,6% del consumo de Electricidad.

Los Residuos de Biomasa que se utilizan en el subsector Madera son variados en su tipo y Uso y prácticamente todos son residuos ligados a las actividades del subsector; se detallan en la tabla siguiente:

Tipo de Residuo	Tep			Total	Total Porcentajes
	Generación de Vapor	Otras Calderas	Calor Directo		
Ramas		82		82	0,3
Aserrines	22.674		708	23.382	97,2

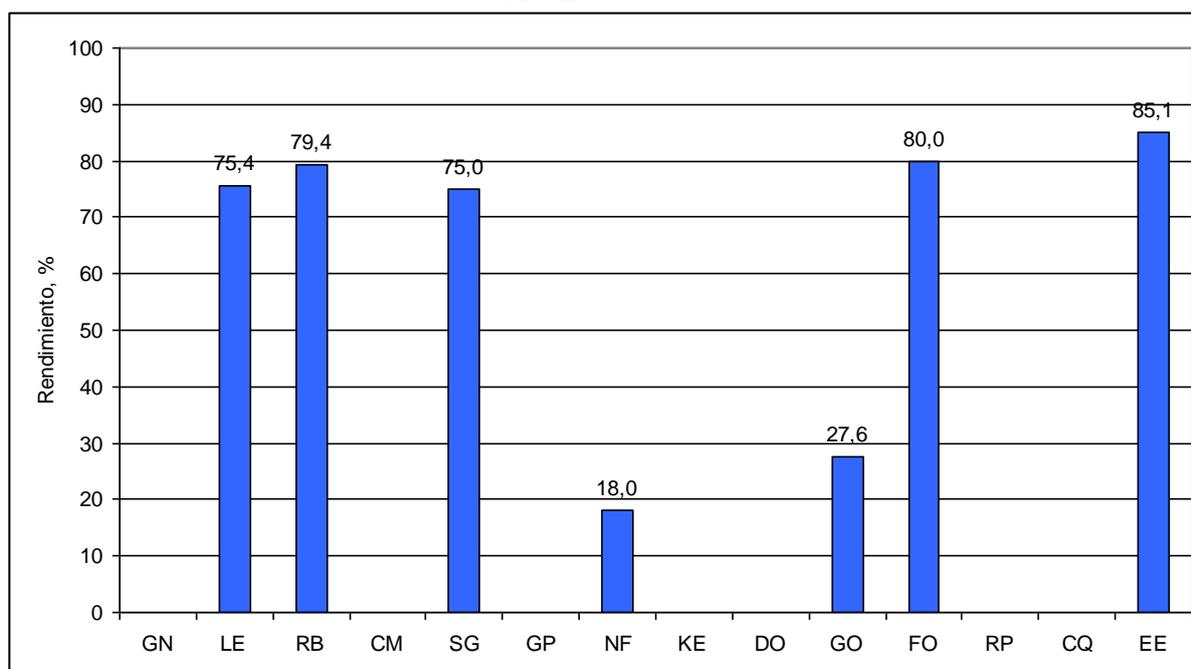
Virutas	591			591	2,5
Total	23.265	82	708	24.055	100
Total Porcentajes	96,7	0,3	2,9	100	

Los Aserrines son el residuo de mayor consumo y se usa principalmente en Generación de Vapor; las Ramas se usan únicamente en Otras Calderas y las Virutas en Generación de Vapor.

En el Cuadro 6.8.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.8.5 y 6.8.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las dos principales Fuentes se mantienen similares a la que tenían en Energía Neta: los Residuos de Biomasa tienen un 76,2% de participación en Energía Útil y la Electricidad 14,7%. Pero hay cambio en las dos Fuentes siguientes: la Leña 5,9% y el Gas Oil pasa al cuarto lugar con un 2,2% de participación en Energía Útil. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones son relativamente similares a las de Energía Neta: Generación de Vapor con 81,7%, Fuerza Motriz con 14,1% y Transporte Interno con 2,3%; éste último Uso disminuyó su participación respecto a la que tenía en Energía Neta por el bajo rendimiento del Transporte Interno.

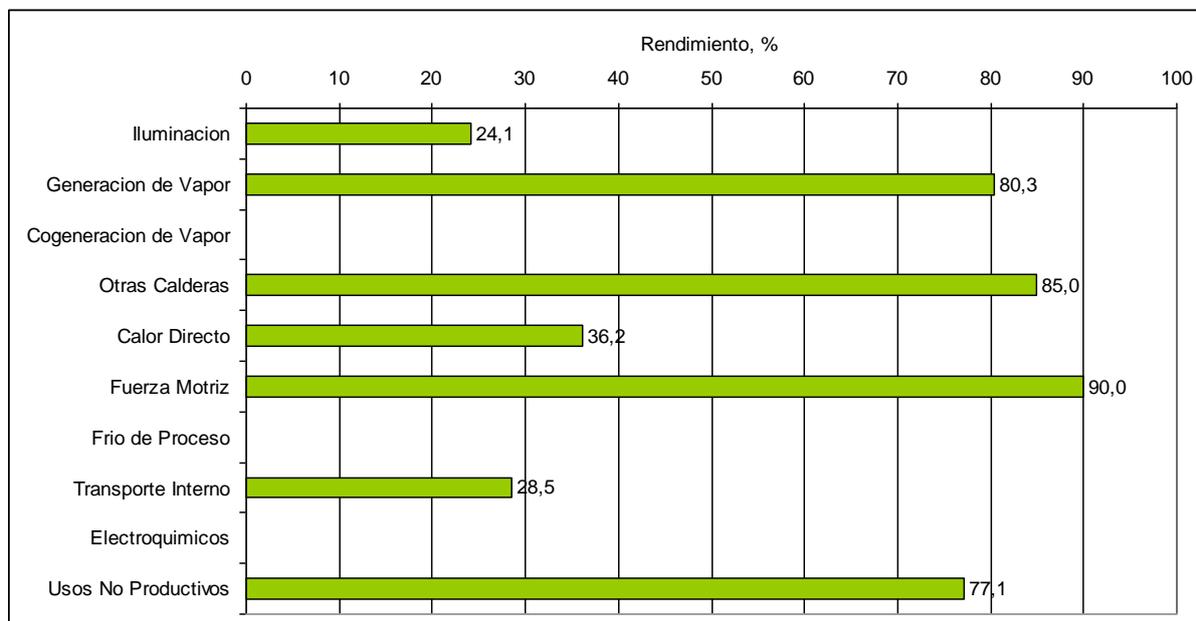
El Cuadro 6.8.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 76,7%. Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: los Residuos de Biomasa 79,4%, la Electricidad 85,1%, el Gas Oil 27,6% y la Leña 75,4%. La segunda Fuente con mejor rendimiento, después de la Electricidad es el Fuel Oil con 80,0%. El rendimiento de la Electricidad se mantiene elevado por la importancia del Uso Fuerza Motriz. El rendimiento global del subsector es algo menor a los rendimientos de las Fuentes principales debido a la importancia del Transporte Interno con Gas Oil. El Gráfico 6.8.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Madera.

Gráfico 6.8.3
Subsector: Madera
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
Año 2006 – en %



El Gráfico 6.8.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Madera.

Gráfico 6.8.4
Subsector: Madera
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 80,3% y Fuerza Motriz 90,0%. También destaca el rendimiento de Otras Calderas de 85,0%.

En los cuadros 6.8.8 y 6.8.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Madera es de 2,5 Tep, que representan un ahorro de 7,5% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Generación de Vapor, con 2,0 kTep que representan el 79,6% de todo el potencial de ahorro en el subsector, en su mayoría con Residuos de Biomasa; el segundo ahorro importante está en el Uso Calor Directo, con 0,3 kTep que representan el 12,6% de todo el potencial de ahorro en el subsector, concentrado también en los Residuos de Biomasa.

Cuadro 6.8.1
Subsector: Madera
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														286	286
Generación de Vapor		1.921	23.265								300				25.486
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		36	82												118
Calor Directo			708											80	788
Fuerza Motriz														3.925	3.925
Frío de Proceso															
Transporte Interno							7,6			2.009				30	2.046
Electroquímicos															
Usos No Productivos		0,4			7,1		0,7							10	18
Total		1.957	24.055			7,1	8,3			2.009	300			4.331	32.667

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Madera, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.8.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 1,5 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Madera, el 0,09% (3,9 Tep ó 46 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.8.2
Subsector: Madera
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor		7,5	91,3								1,2				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		30,2	69,8												100
Calor Directo			89,8											10,2	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno							0,4			98,2				1,5	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos		2,3			39,4		4,1							54,2	100
Total		6,0	73,6		0,02		0,03			6,1	0,9			13,3	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.8.3
Subsector: Madera
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														6,6	0,9
Generación de Vapor		98,2	96,7								100,0				78,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		1,8	0,3												0,4
Calor Directo			2,9											1,9	2,4
Fuerza Motriz														90,6	12,0
Frío de Proceso															
Transporte Interno							91,2			100,0				0,7	6,3
Electroquímicos															
Usos No Productivos		0,02			100,0		8,8							0,2	0,1
Total		100	100		100		100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.8.4
Subsector: Madera
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														69	69
Generación de Vapor		1.446	18.785								240				20.471
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		30	70												100
Calor Directo			237											48	285
Fuerza Motriz														3.533	3.533
Frío de Proceso															
Transporte Interno							1,4			555				26,8	583
Electroquímicos															
Usos No Productivos		0,3			5,3		0,1							8,1	14
Total		1.476	19.092		5,3		1,5			555	240			3.685	25.055

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.8.5
Subsector: Madera
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor		7,1	91,8								1,2				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		30,2	69,8												100
Calor Directo			83,1											16,9	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno							0,2			95,2				4,6	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos		2,2			38,3		0,9							58,5	100
Total		5,9	76,2		0,02		0,006			2,2	1,0			14,7	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.8.6
Subsector: Madera
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,9	0,3
Generación de Vapor		97,9	98,4								100,0				81,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		2,1	0,4												0,4
Calor Directo			1,2											1,3	1,1
Fuerza Motriz														95,9	14,1
Frío de Proceso															
Transporte Interno							91,2			100,0				0,7	2,3
Electroquímicos															
Usos No Productivos		0,02			100,0		8,8							0,2	0,1
Total		100	100		100		100			100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.8.7
Subsector: Madera
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														24,1	24,1
Generación de Vapor		75,3	80,7								80,0				80,3
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		85,0	85,0												85,0
Calor Directo			33,5											60,0	36,2
Fuerza Motriz														90,0	90,0
Frío de Proceso															
Transporte Interno							18,0			27,6				89,8	28,5
Electroquímicos															
Usos No Productivos		75,0			75,0		18,0							83,2	77,1
Total		75,4	79,4		75,0		18,0			27,6	80,0			85,1	76,7

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.8.8
Subsector: Madera
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														35	35
Generación de Vapor		259	1.673								24				1.956
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		2,0	4,6												7
Calor Directo			295											13	309
Fuerza Motriz														151	151
Frío de Proceso															
Transporte Interno							0,0			0,0				0,0	0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total		261	1.973				0,0			0,0	24			200	2.458

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.8.9
Subsector: Madera
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														12,3	12,3
Generación de Vapor		13,5	7,2								8,0				7,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		5,6	5,6												5,6
Calor Directo			41,7											16,7	39,2
Fuerza Motriz														3,9	3,9
Frío de Proceso															
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total		13,3	8,2								8,0			4,6	7,5

Fuente: elaboración propia

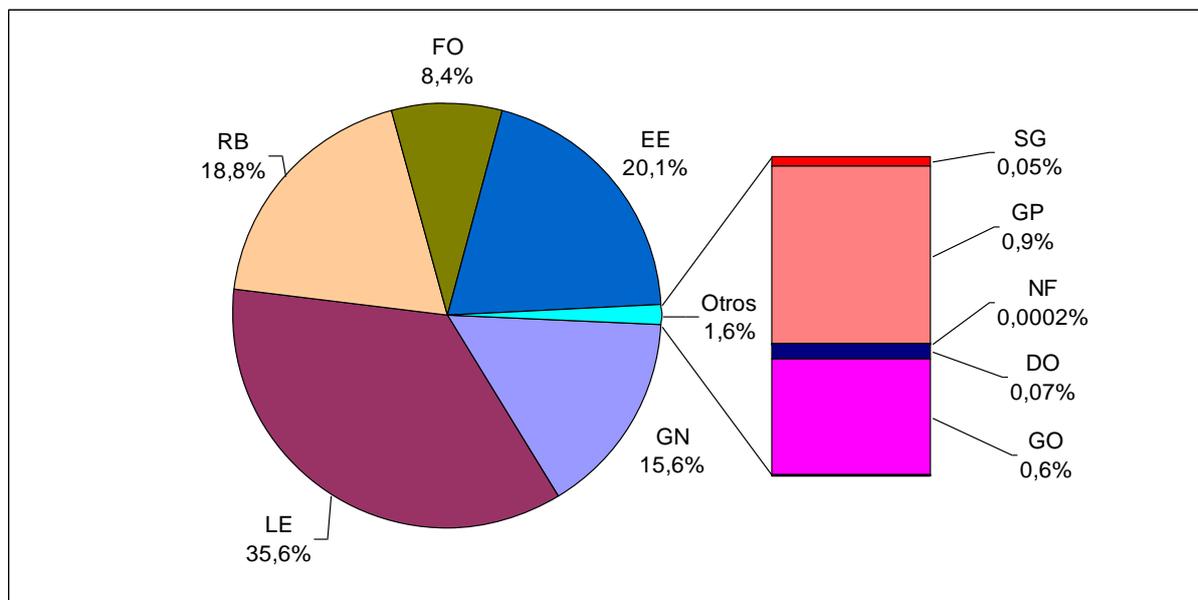
6.9 Papel

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 7.278 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 81,0 kTep, representando un 14,3% del total del Sector Industrial y ocupando el primer lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 11,126 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 85,5% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 14,5% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 66,4 kTep, representando el 16,5% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 82,0%, que lo posiciona como el subsector de mejor rendimiento.

En el Cuadro 6.9.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Leña de 28,8 kTep, el que representa el 35,6% del consumo Neto, el de Residuos de Biomasa de 15,2 kTep con un 18,8% de participación, el de Electricidad de 16,3 kTep y una participación de 20,1% y el de Gas Natural de 12,6 kTep equivalente al 15,6% del consumo del subsector. Con una importancia menor destaca el Fuel Oil con un consumo de 6,8 kTep y un 8,4% de participación. Estas cinco Fuentes concentran el 98,4% del consumo del subsector. Hay que mencionar que el consumo de Residuos de Biomasa es únicamente Licor Negro. El Cuadro 6.9.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.9.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector. En este subsector no se utilizan las Fuentes: Carbón Mineral, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.9.1
Subsector: Papel
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

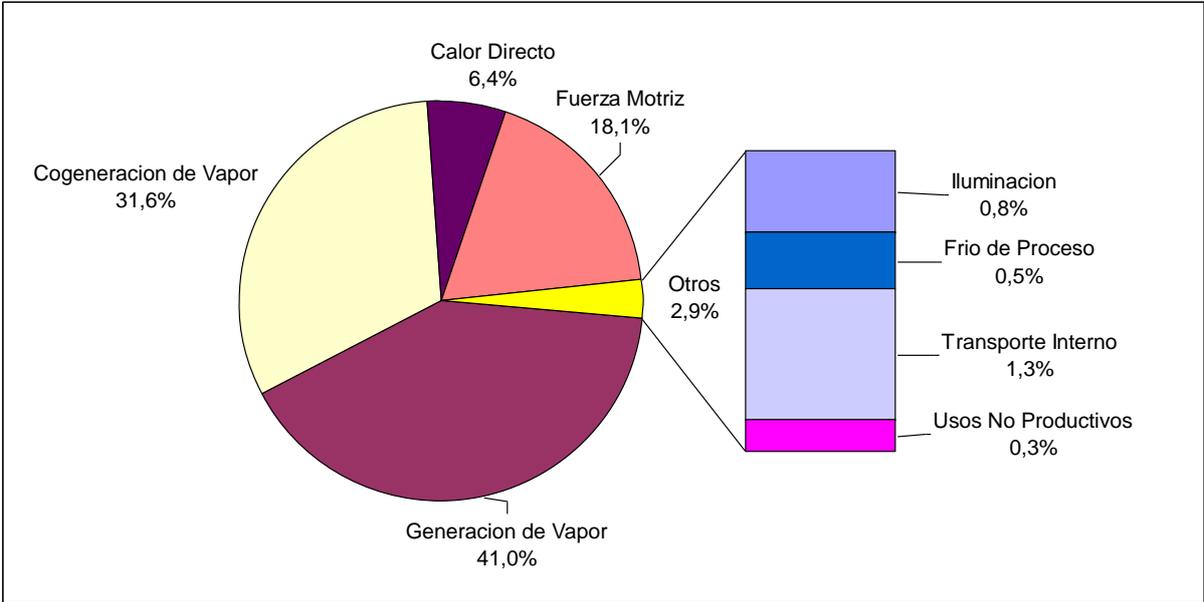


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos: en Generación de Vapor compiten contra la Leña (77,3% de participación en el Uso), el Fuel Oil (14,7%) y el Gas Natural (8,1%); en Cogeneración de Vapor compiten contra los Residuos de Biomasa (59,6% de participación en el Uso), al Gas Natural (22,5%), la Leña (12,4%) y el

Fuel Oil (5,5%); en Calor Directo, contra el Gas Natural (78,1% de participación en el Uso) compiten, aunque en menor medida, el Fuel Oil, el Gas Propano, y la Electricidad. Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso). En Transporte Interno compiten con el Gas Oil, el Gas Propano y la Electricidad.

Entre los Usos prevalece la Generación de Vapor con 33,2 kTep y una participación del 41,0%, la Cogeneración de Vapor con 25,6 kTep y un 31,6% de participación, la Fuerza Motriz con 14,7 kTep y un 18,1% de participación y el Calor Directo con 5,2 kTep y una participación menor de 6,4%. Estos cuatro Usos concentran el 97,1% del consumo del subsector. El Cuadro 6.9.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta. El Gráfico 6.9.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Papel. En el subsector están presentes todos los Usos.

Gráfico 6.9.2
 Subsector: Papel
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
 Año 2006 – en %



En los Usos, en este subsector es destacable el hecho de que la Generación de Vapor concentra el 89,0% del consumo de Leña y que la Cogeneración de Vapor concentra todo el consumo de los Residuos de Biomasa (Licor Negro), además del 45,6% del consumo de Gas Natural; el saldo de Gas Natural se consume principalmente en Calor Directo (el 32,0%) y Generación de Vapor (el 21,3%). En los Usos menos importantes de este subsector está el Frío de Proceso.

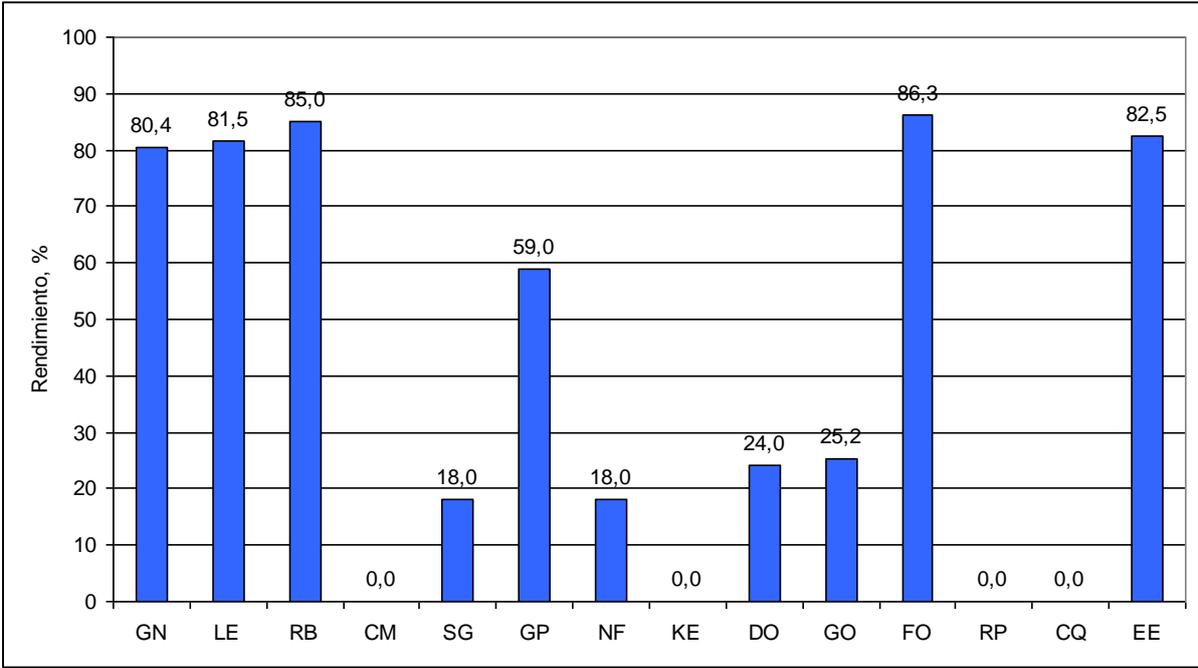
La Leña y el Licor Negro, además de ser utilizados en Generación de Vapor y Cogeneración de Vapor, también se usan para Cogeneración de Electricidad; los consumos de esta última aplicación se contabilizan como Centros de Transformación.

En el Cuadro 6.9.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.9.5 y 6.9.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones en Energía Útil se mantienen similares a las de Energía Neta: Leña con 35,4%, los Residuos de Biomasa con 19,5%, la Electricidad con 20,2%, el Gas Natural con 15,2% y el Fuel Oil con 8,9%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones también son similares a las de Energía

Neta: Generación de Vapor con 41,0%, Cogeneración de Vapor con 32,7%, Fuerza Motriz con 19,1% y Calor Directo con 5,8%.

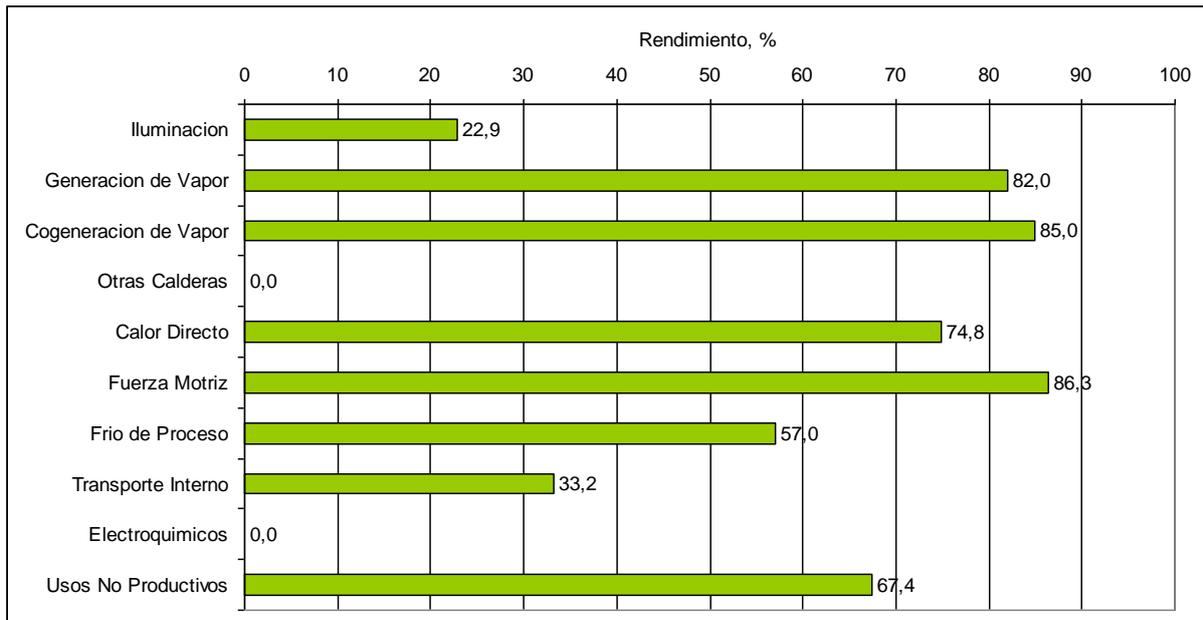
El Cuadro 6.9.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 82,0%. El Gráfico 6.9.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Papel.

Gráfico 6.9.3
 Subsector: Papel
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.9.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Papel.

Gráfico 6.9.4
 Subsector: Papel
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Leña 81,5%, los Residuos de Biomasa 85,0%, la Electricidad 82,5%, el Gas natural 80,4% y el Fuel Oil 86,3%. Las Fuentes con mejores rendimientos en el subsector coinciden con las Fuentes principales del subsector (y del Sector Industrial), de lo que resulta el mejor rendimiento de todos los subsectores.

Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Generación de Vapor un 82,0%, Cogeneración de Vapor 85,0%, Fuerza Motriz 86,3% y Calor Directo 74,8%. Los Usos principales del subsector son los que tienen mejor rendimiento. Es destacable el buen rendimiento del Calor Directo en este subsector, el cual deriva de las altas temperaturas de los procesos de secado (entre 450°C y 750°C), las que hacen más eficiente el proceso.

En los cuadros 6.9.8 y 6.9.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Papel es de 3,3 kTep, que representan un ahorro de 4,1% de Energía Neta. El potencial de ahorro es pequeño por el buen rendimiento de las Fuentes y Usos en este subsector. Los ahorros más importantes se pueden producir en Generación de Vapor, con 2,0 kTep que constituyen el 59,0% del potencial de ahorro del subsector, el cuál es en su mayoría con Leña; luego, Fuerza Motriz tiene un potencial de ahorro de 0,8 kTep, que representa el 24,5% del potencial del subsector y Calor Directo con un potencial de 0,4 kTep equivalente al 11,8% del potencial de ahorro del subsector Papel.

Cuadro 6.9.1
Subsector: Papel
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														656	656
Generación de Vapor	2.688	25.628									4.855				33.171
Cogeneración de Vapor	5.743	3.174	15.241								1.419				25.577
Otras Calderas															
Calor Directo	4.037					398					555			179	5.168
Fuerza Motriz										0,0				14.687	14.687
Frío de Proceso														441	441
Transporte Interno					42	301	0,2		60	452				172	1.026
Electroquímicos															
Usos No Productivos	128									4,0				121	253
Total	12.596	28.801	15.241		42	699	0,2		60	456	6.829			16.253	80.977

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Papel, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.9.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 326 Tep, el segundo mayor consumo de todos los subsectores, equivale al 17,4% de todo el consumo de Queroseno del Sector Industrial.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Papel, el 15,9% (2.590 Tep ó 30.120 MWh) proviene de autoproducción con cogeneración principalmente y en un grado casi despreciable con grupos electrógenos.

Cuadro 6.9.2
Subsector: Papel
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	8,1	77,3									14,6				100
Cogeneración de Vapor	22,5	12,4	59,6								5,5				100
Otras Calderas															
Calor Directo	78,1					7,7					10,7			3,5	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					4,1	29,3	0,02		5,8	44,0				16,7	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos	50,7									1,6				47,7	100
Total	15,6	35,6	18,8		0,05	0,9	0,0002		0,07	0,6	8,4			20,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.9.3
Subsector: Papel
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														4,0	0,8
Generación de Vapor	21,3	89,0									71,1				41,0
Cogeneración de Vapor	45,6	11,0	100,0								20,8				31,6
Otras Calderas															
Calor Directo	32,0					56,9					8,1			1,1	6,4
Fuerza Motriz														90,4	18,1
Frío de Proceso														2,7	0,5
Transporte Interno					100,0	43,1	100,0		100,0	99,1				1,1	1,3
Electroquímicos															
Usos No Productivos	1,0									0,9				0,7	0,3
Total	100	100	100		100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.9.4
Subsector: Papel
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														150	150
Generación de Vapor	2.204	20.785									4.227				27.216
Cogeneración de Vapor	4.882	2.698	12.955								1.206				22.918
Otras Calderas															
Calor Directo	2.942					358					459			107	3.866
Fuerza Motriz										0,0				12.676	12.676
Frío de Proceso														251	251
Transporte Interno					8	54	0,03		14	112				153	341
Electroquímicos															
Usos No Productivos	96									3				71	170
Total	10.123	23.482	12.955		8	412	0,03		14	115	5.893			13.408	66.411

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.9.5
Subsector: Papel
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	8,1	76,4									15,5				100
Cogeneración de Vapor	22,5	12,4	59,6								5,5				100
Otras Calderas															
Calor Directo	76,1					9,3					11,9			2,8	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					2,2	15,9	0,01		4,2	32,9				44,8	100
Electroquímicos															
Usos No Productivos	56,4									1,8				41,8	100
Total	15,2	35,4	19,5		0,01	0,6	0,00005		0,02	0,2	8,9			20,2	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.9.6
Subsector: Papel
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,1	0,2
Generación de Vapor	21,8	88,5									71,7				41,0
Cogeneración de Vapor	48,2	11,5	100,0								20,5				32,7
Otras Calderas															
Calor Directo	29,1					86,9					7,8			0,8	5,8
Fuerza Motriz														94,5	19,1
Frío de Proceso														1,9	0,4
Transporte Interno					100,0	13,1	100,0		100,0	97,4				1,1	0,5
Electroquímicos															
Usos No Productivos	1,0									2,6				0,5	0,3
Total	100	100	100		100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.9.7
Subsector: Papel
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22,9	22,9
Generación de Vapor	82,0	81,1									87,1				82,0
Cogeneración de Vapor	85,0	85,0	85,0								85,0				85,0
Otras Calderas															
Calor Directo	72,9					90,0					82,8			60,1	74,8
Fuerza Motriz														86,3	86,3
Frío de Proceso														57,0	57,0
Transporte Interno					18,0	18,0	18,0		24,0	24,8				88,8	33,2
Electroquímicos															
Usos No Productivos	75,0									75,0				59,1	67,4
Total	80,4	81,5	85,0		18,0	59,0	18,0		24,0	25,2	86,3			82,5	82,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.9.8
Subsector: Papel
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														75	75
Generación de Vapor	155	1.737									74				1.966
Cogeneración de Vapor	0,0	0,0	0,0								0,0				0,0
Otras Calderas															
Calor Directo	353					0,0					12			30	394
Fuerza Motriz										0,0				817	817
Frío de Proceso														78	78
Transporte Interno					0,0	0,0	0,0		0,0	0,0				0,0	0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	508	1.737	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	86			999	3.330

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.9.9
Subsector: Papel
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														11,4	11,4
Generación de Vapor	5,8	6,8									1,5				5,9
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	8,7										2,1			16,6	7,6
Fuerza Motriz														5,6	5,6
Frío de Proceso														17,7	17,7
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	4,0	6,0									1,3			6,1	4,1

Fuente: elaboración propia

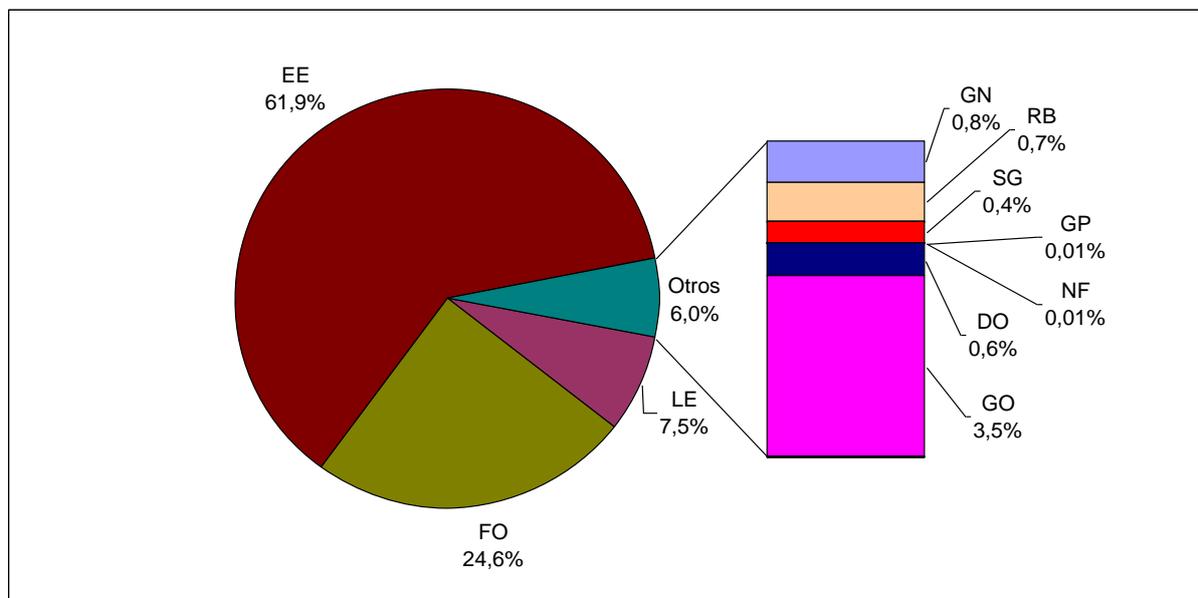
6.10 Química (excepto petróleo)

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 7.356 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 19,3 kTep, representando un 3,4% del total del Sector Industrial y ocupando el décimo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 2,624 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 65,2% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 34,8% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 13,0 kTep, representando el 3,2% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 67,1%, valor menor al promedio de todo el Sector Industrial.

En el Cuadro 6.10.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Electricidad de 11,9 kTep, el que representa el 61,9% del consumo Neto, el de Fuel Oil de 4,7 kTep con un 24,6% de participación y el de Leña de 1,4 kTep y una participación del 7,5%. Estas tres Fuentes concentran el 94,0% del consumo del subsector. Hay que mencionar en este subsector el consumo de Residuos de Biomasa, son 0,14 kTep, que en su totalidad corresponden a Residuos grasos (son residuos de procesos de producción industrial). El Cuadro 6.10.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.10.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Química (excepto petróleo). Este subsector no utiliza las Fuentes: Carbón Mineral, Carbón Residual del Petróleo y Coque. Ver Nota 3 al pie del Cuadro 6.10.1 sobre una Fuente alternativa que se usa en este subsector.

Gráfico 6.10.1
Subsector: Química (excepto petróleo)
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

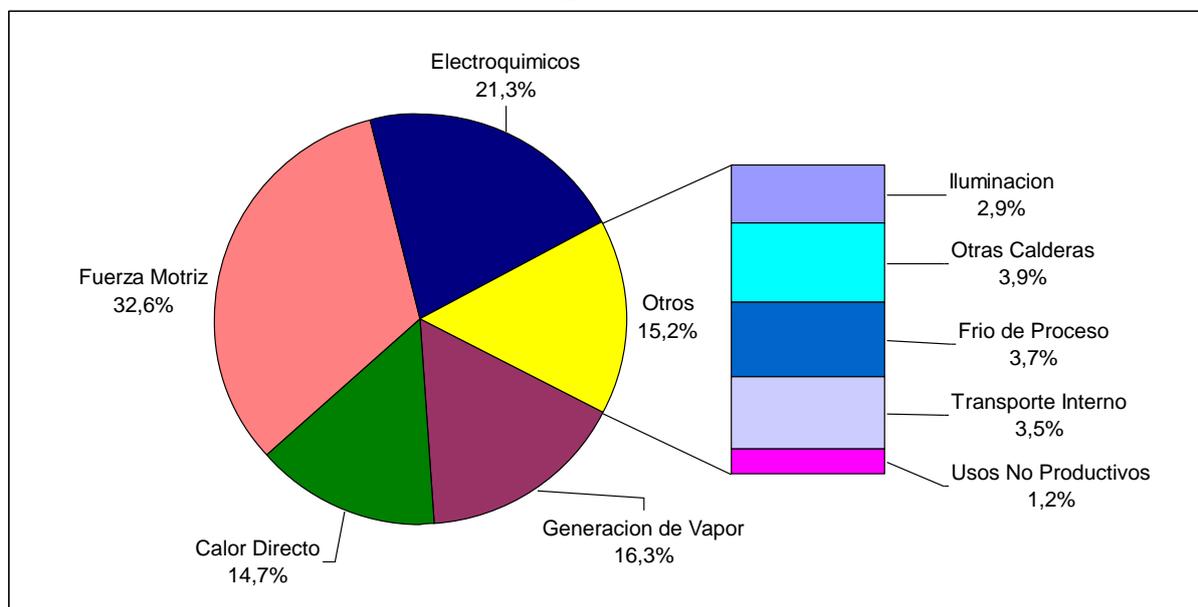


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, especialmente en Generación de Vapor donde compiten, en forma limitada, contra la el Fuel Oil (87,5% de participación en el Uso), los Residuos de Biomasa (4,6%), el Gas Natural (3,9%), el Diesel Oil (3,8%); en Calor Directo hay competencia entre la Leña (50,8% de

participación) y el Fuel Oil (48,3%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz, Frío de Proceso y Electroquímicos). La Electricidad tiene una participación marginal en los Usos calóricos y en Transporte Interno.

Entre los Usos prevalece la Fuerza Motriz con 6,3 kTep, representando el 32,6% del consumo del subsector, los procesos Electroquímicos que consumen 4,1 kTep con una participación de 21,3%, la Generación de Vapor con 3,1 kTep y un 16,3% de participación y el Calor Directo con 2,8 kTep y un 14,7% de participación en el consumo. Estos cuatro Usos concentran el 84,9% del consumo del subsector. El Cuadro 6.10.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.10.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Química (excepto petróleo). En el subsector no está el Uso Cogeneración de Vapor.

Gráfico 6.10.2
Subsector: Química (excepto petróleo)
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

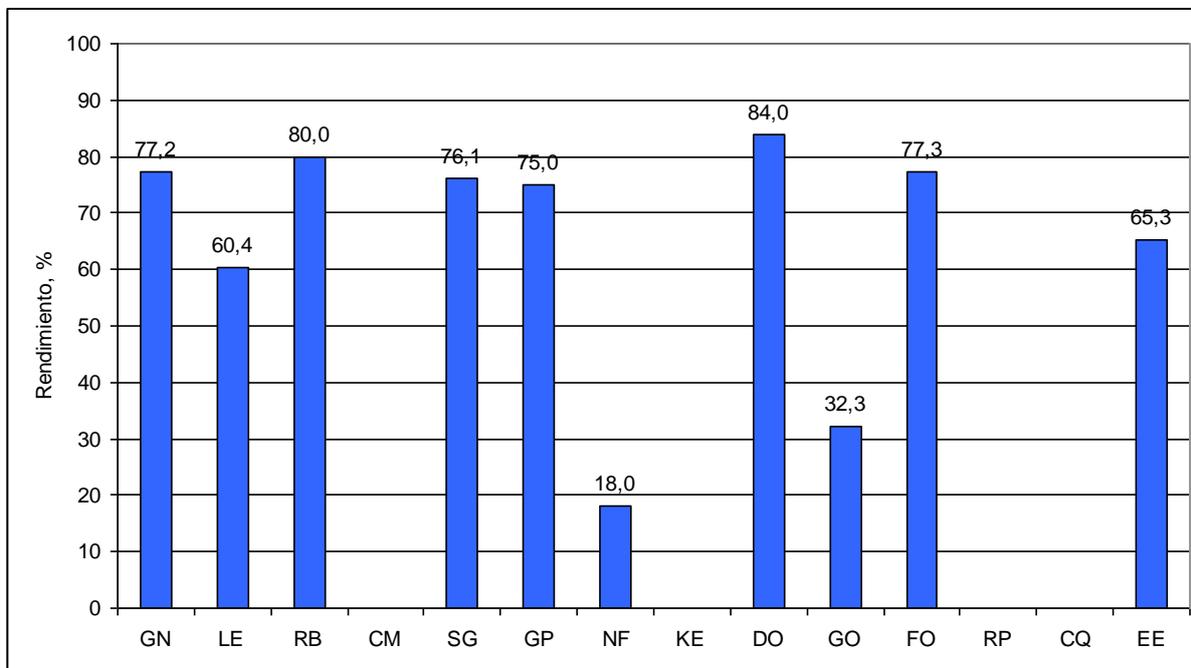


En los Usos, destaca el hecho que la Generación de Vapor concentra la totalidad del consumo de Residuos de Biomasa y Diesel Oil, y también el 76,0% del Gas Natural y el 57,9% del Fuel Oil. En Calor Directo está el 99,7% del consumo de Leña. El consumo de Electricidad se concentra en un 52,6% en Fuerza Motriz y en un 34,4% en procesos Electroquímicos. En los Usos menos importantes, el Transporte Interno concentra el 89,4% del consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.10.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.10.5 y 6.10.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Se mantienen similares las participaciones de las Fuentes principales respecto a las que tenían en Energía Neta: Electricidad con 60,3%, Fuel Oil con 28,3% y Leña con 6,7%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones cambian un poco respecto a las de Energía Neta, por el bajo rendimiento de los procesos Electroquímicos: Fuerza Motriz con 41,9%, Generación de Vapor con 20,2%, Calor Directo con 12,9% y Electroquímicos con 12,7%.

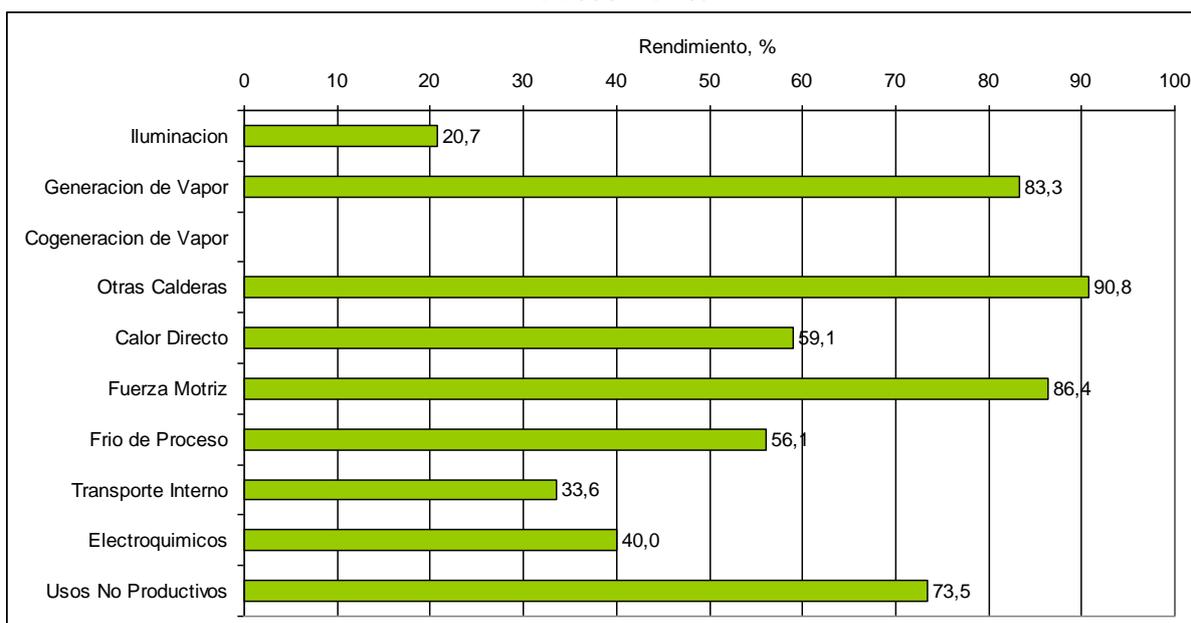
El Cuadro 6.10.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 67,1%. El Gráfico 6.10.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Química (excepto petróleo).

Gráfico 6.10.3
 Subsector: Química (excepto petróleo)
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.10.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Química (excepto petróleo).

Gráfico 6.10.4
 Subsector: Química (excepto petróleo)
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Electricidad 65,3% (disminuye debido a la importancia del Uso Electroquímicos, principalmente), el Fuel Oil 77,3% y la Leña 60,4%. Las Fuentes con mejores rendimientos son el Diesel Oil con 84,0% y los Residuos de Biomasa con 80,0%. Los rendimientos de la Electricidad en los procesos Electroquímicos (40,0%) y del Fuel Oil y la Leña en Calor Directo (57,6% y 60,4% respectivamente) son los que reducen el rendimiento global del subsector.

Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Fuerza Motriz 86,4%, Electroquímicos 40,0%, Generación de Vapor 83,3% y Calor Directo 59,1%. El Uso que presenta mejor rendimiento es Otras Calderas con 90,8% como consecuencia de elevados rendimientos informados en las encuestas.

En los cuadros 6.10.8 y 6.10.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Química (excepto petróleo) es de 1,7 kTep, que representan un ahorro de 8,9% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo, con 0,5 kTep que representan el 29,0% de todo el potencial de ahorro en el subsector, distribuido principalmente entre el Fuel Oil y la Leña; el segundo ahorro importante está en los procesos Electroquímicos, es de 0,46 kTep que equivalen al 26,6% del ahorro del subsector; y hay un tercer ahorro importante en el Uso Fuerza Motriz con Electricidad, con 0,3 kTep que representan el 19,4% de todo el potencial de ahorro en el subsector.

Cuadro 6.10.1
Subsector: Química (excepto petróleo)
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														559	559
Generación de Vapor	121		143						118	10,1	2.745				3.137
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	15,4				15,6					61	630			28	751
Calor Directo		1.440									1.367			26	2.833
Fuerza Motriz														6.285	6.285
Frío de Proceso														706	706
Transporte Interno					1,2					598				82	681
Electroquímicos														4.111	4.111
Usos No Productivos	22,7	3,9			59,5	1,0	1,6							149	238
Total	159	1.444	143		76,3	1,0	1,6		118	669	4.742			11.946	19.300

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Química (excepto petróleo), por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.10.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 14,1 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Química (excepto petróleo), el 0,2% (27,5 Tep ó 320 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Nota 3: En el Subsector Química (excepto petróleo), se relevaron otras fuentes de energía derivadas de las materias primas y procesos productivos exotérmicos, generando vapor en equipos de recuperación de calor y fuerza motriz con turbinas de vapor saturado a condensación. Dado que este tipo de fuentes de energía no están incluidas en el Balance de Energía Nacional, no se incluyen en este informe. El consumo de Energía Neta de este tipo de fuentes de energía es una fracción importante del consumo total de Energía Neta del subsector. Aplicaciones como esta son destacables porque disminuyen el uso de combustibles aprovechando las características de los procesos de producción.

Cuadro 6.10.2
Subsector: Química (excepto petróleo)
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	3,9		4,6						3,8	0,3	87,5				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	2,1				2,1					8,1	83,9			3,8	100
Calor Directo		50,8									48,3			0,9	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					0,2					87,8				12,1	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	9,5	1,6			25,0	0,4	0,7							62,7	100
Total	0,8	7,5	0,7		0,4	0,01	0,01		0,61	3,5	24,6			61,9	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.10.3
Subsector: Química (excepto petróleo)
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														4,7	2,9
Generación de Vapor	76,0		100,0						100,0	1,5	57,9				16,3
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	9,7				20,5					9,1	13,3			0,2	3,9
Calor Directo		99,7									28,8			0,2	14,7
Fuerza Motriz														52,6	32,6
Frío de Proceso														5,9	3,7
Transporte Interno					1,6					89,4				0,7	3,5
Electroquímicos														34,4	21,3
Usos No Productivos	14,3	0,3			77,9	100,0	100,0							1,2	1,2
Total	100	100	100		100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.10.4
Subsector: Química (excepto petróleo)
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														116	116
Generación de Vapor	92		114						99	8,3	2.299				2.612
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	13,9				13,3					49	580			25	681
Calor Directo		869									787			16	1.673
Fuerza Motriz														5.428	5.428
Frío de Proceso														396	396
Transporte Interno					0,2					159				70	229
Electroquímicos														1.645	1.645
Usos No Productivos	17,0	2,9			44,6	0,8	0,3							109	175
Total	123	872	114		58,1	0,8	0,3		99	216	3.666			7.806	12.955

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.10.5
Subsector: Química (excepto petróleo)
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	3,5		4,4						3,785	0,3	88,0				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	2,0				2,0					7,2	85,1			3,7	100
Calor Directo		52,0									47,1			1,0	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					0,1					69,3				30,6	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	9,7	1,7			25,5	0,4	0,2							62,5	100
Total	0,9	6,7	0,9		0,45	0,01	0,002		0,76	1,7	28,3			60,3	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.10.6
Subsector: Química (excepto petróleo)
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,5	0,9
Generación de Vapor	74,8		100,0						100,0	3,9	62,7				20,2
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	11,3				22,9					22,7	15,8			0,3	5,3
Calor Directo		99,7									21,5			0,2	12,9
Fuerza Motriz														69,5	41,9
Frío de Proceso														5,1	3,1
Transporte Interno					0,4					73,5				0,9	1,8
Electroquímicos														21,1	12,7
Usos No Productivos	13,9	0,3			76,8	100,0	100,0							1,4	1,3
Total	100	100	100		100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.10.7
Subsector: Química (excepto petróleo)
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														20,7	20,7
Generación de Vapor	76,0		80,0						84,0	82,6	83,7				83,3
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	90,0				85,0					80,0	92,0			90,0	90,8
Calor Directo		60,4									57,6			63,3	59,1
Fuerza Motriz														86,4	86,4
Frío de Proceso														56,1	56,1
Transporte Interno					18,0					26,5				85,3	33,6
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos	75,0	75,0			75,0	75,0	18,0							73,2	73,5
Total	77,2	60,4	80,0		76,1	75,0	18,0		84,0	32,3	77,3			65,3	67,1

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.10.8
Subsector: Química (excepto petróleo)
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														124	124
Generación de Vapor	15		11						4	0,5	126				158
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas	0,0				0,9					3,6	0,0			0,0	4,5
Calor Directo		236									258			4	498
Fuerza Motriz														333	333
Frío de Proceso														143	143
Transporte Interno					0,0					0,0				0,0	0,0
Electroquímicos														457	457
Usos No Productivos															
Total	15	236	11		0,9				4	4,1	384			1.060	1.716

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.10.9
Subsector: Química (excepto petróleo)
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22,1	22,1
Generación de Vapor	12,6		8,0						3,4	5,1	4,6				5,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas					5,6					5,9					0,6
Calor Directo		16,4									18,9			14,6	17,6
Fuerza Motriz														5,3	5,3
Frío de Proceso														20,2	20,2
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,1	11,1
Usos No Productivos															
Total	9,6	16,3	8,0		1,1				3,4	0,6	8,1			8,9	8,9

Fuente: elaboración propia

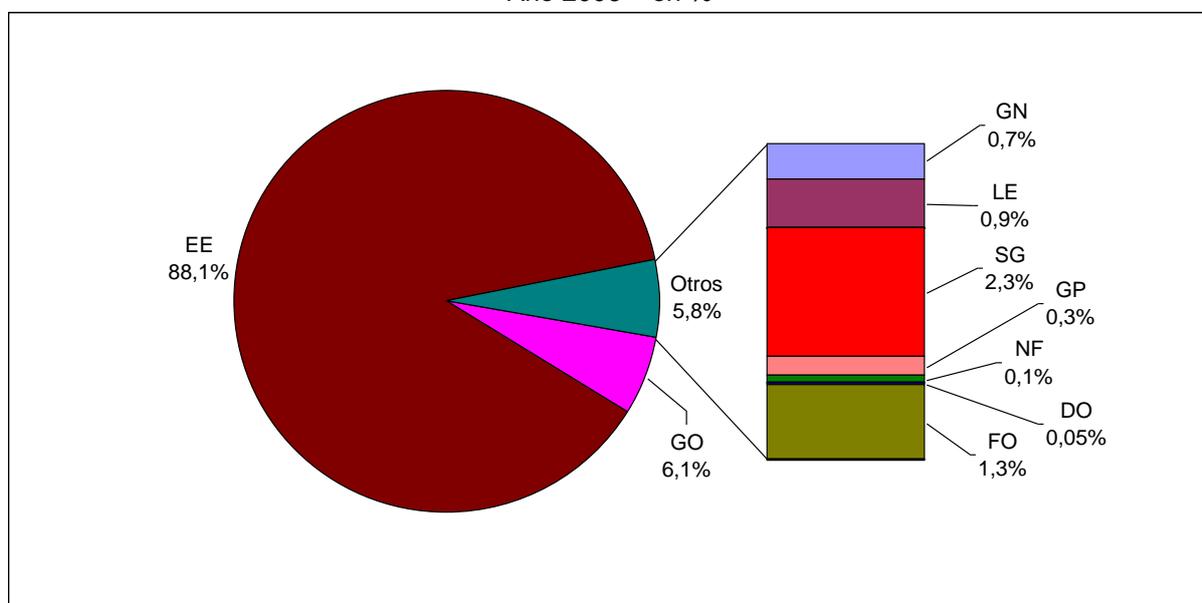
6.11 Caucho y Plásticos

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 3.971 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 8,8 kTep, representando un 1,6% del total del Sector Industrial y ocupando el decimoquinto lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 2,222 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 31,1% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 68,9% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 6,7 kTep, representando el 1,7% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 76,4%, valor sobre la media del Sector Industrial que lo posiciona en el sexto lugar con mejor rendimiento.

En el Cuadro 6.11.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destaca el consumo de Electricidad de 7,7 kTep, concentrándose en esta Fuente el 88,1% del consumo de Energía Neta del subsector. En mucha menor medida viene después el Gas Oil con 0,5 kTep y una participación del 6,1%. El Cuadro 6.11.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.11.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Caucho y Plástico. Este subsector no utiliza las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

Gráfico 6.11.1
Subsector: Caucho y Plástico
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

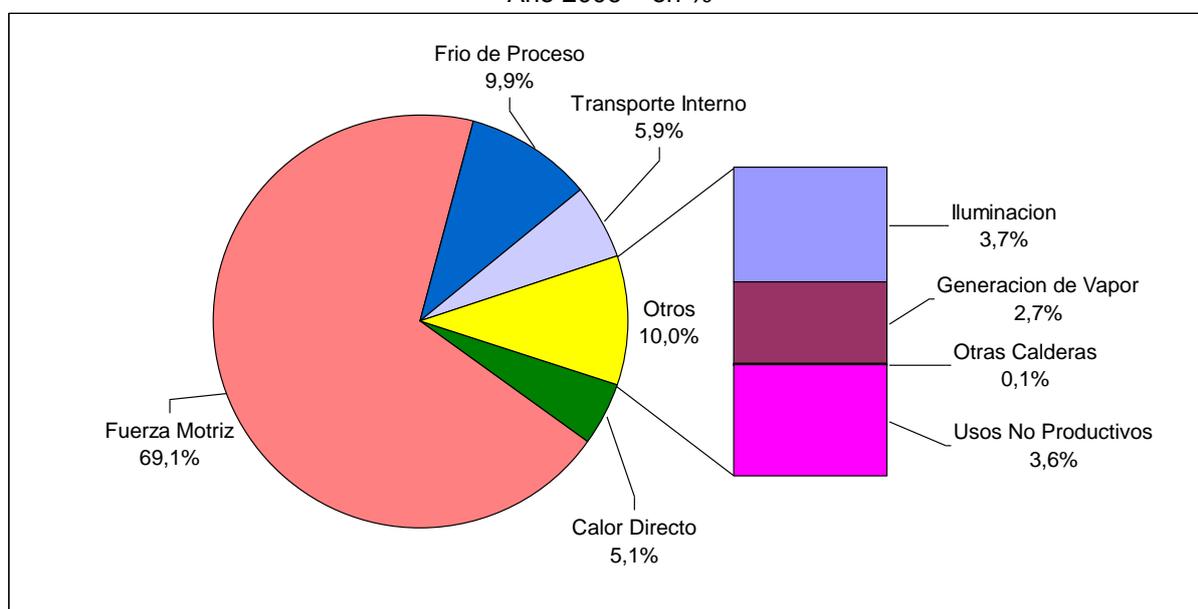


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos: en Generación de Vapor compiten contra el FUEL OIL (con un 50,6% de participación), la Leña (con 33,4%) y el Gas Oil (con 16,0%); en Otras Calderas el Gas Oil es la única Fuente; en Calor Directo compiten contra la Electricidad (con un 82,3% de participación), el Gas Natural, el Gas Oil y el Supergás; en Transporte Interno también hay competencia, aunque el Gas Oil es la Fuente principal con un 91,2% de participación. Por su parte, la Electricidad

no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz y Frío de Proceso).

Entre los Usos prevalece la Fuerza Motriz con 6,1 kTep, representando el 69,1% del consumo del subsector, luego, con participaciones menores le siguen Frío de Proceso que consume 0,9 kTep con una participación de 9,9%, Transporte Interno con 0,5 kTep y un 5,9% de participación y Calor Directo con 0,45 kTep y un 5,1% de participación en el consumo. Estos cuatro Usos concentran el 90,0% del consumo del subsector. El Cuadro 6.11.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.11.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Caucho y Plástico. En el subsector no se detectaron los Usos: Cogeneración de Vapor y Electroquímicos.

Gráfico 6.11.2
Subsector: Caucho y Plástico
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



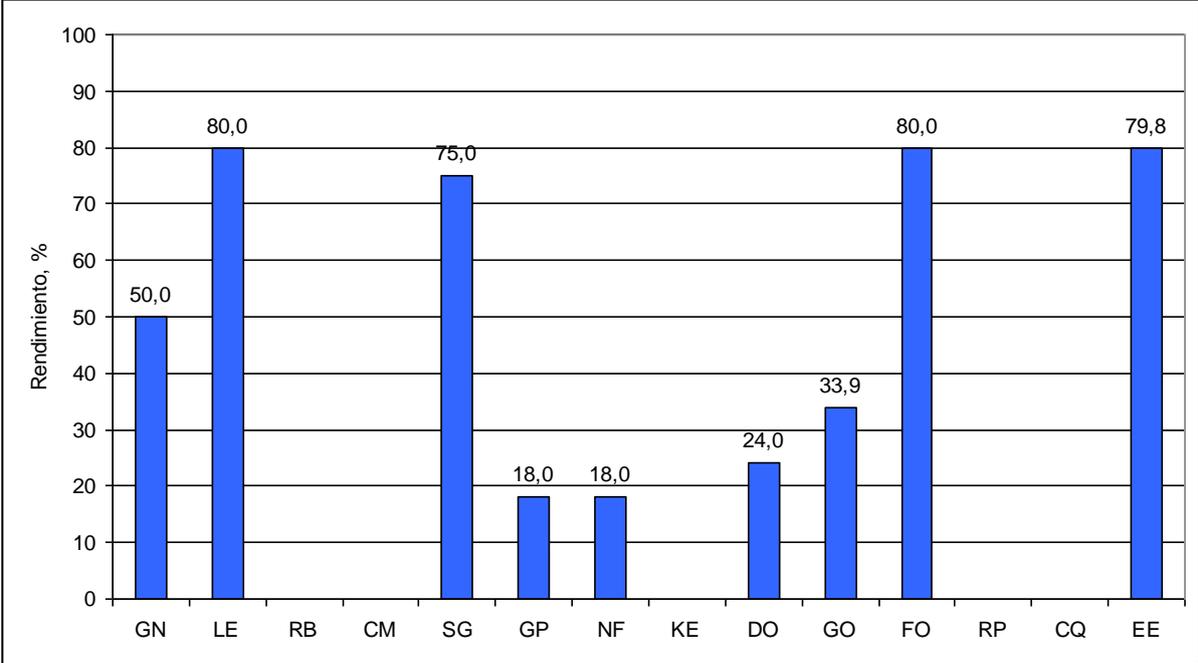
En los Usos, destaca el hecho que la Generación de Vapor concentra la totalidad del consumo de Leña y Fuel Oil; Calor Directo concentra la totalidad del consumo de Gas Natural; Transporte Interno concentra todo el consumo de Gas Propano, Nafta y Diesel Oil y el 88,3% del consumo de Gas Oil. La Fuerza Motriz concentra el 78,4% del consumo de Electricidad.

En el Cuadro 6.11.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.11.5 y 6.11.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil cambian un poco por efecto de los rendimientos respecto a las de Energía Neta: la Electricidad tiene una participación de 92,1% en Energía Útil y el Gas Oil un 2,7%, levemente superior a la participación de Supergás de 2,3% (el 99% del Supergás se utiliza en Usos No Productivos). En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones también cambian un poco respecto a las de Energía Neta: Fuerza Motriz con 78,8%, Frío de Proceso con 7,3%, Calor Directo con 4,3% y Transporte Interno con 2,1%, después de los Usos No Productivos (3,8%) y la Generación de Vapor (2,8%).

El Cuadro 6.11.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 76,4%. Las Fuentes principales del subsector presentan

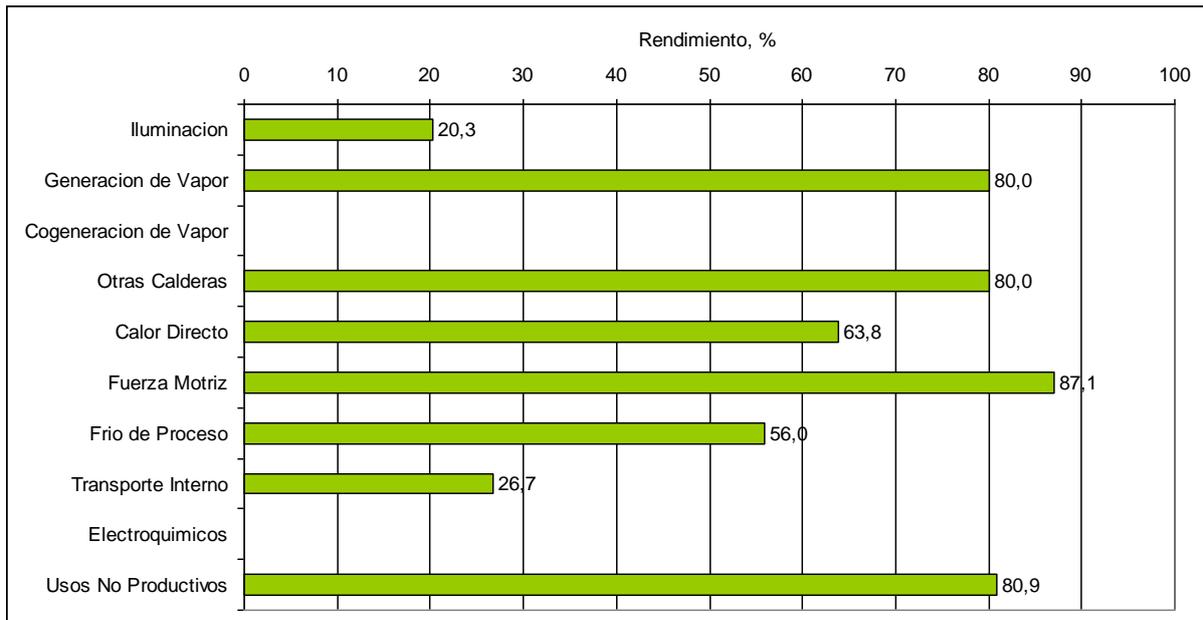
los siguientes rendimientos de utilización: la Electricidad 79,8% y el Gas Oil 33,9%. También es destacable el rendimiento del Fuel Oil y la Leña, ambos 80,0%. El rendimiento de la Electricidad disminuye por la utilización de esta Fuente en Iluminación, el Calor Directo y el Frío de Proceso. El rendimiento global del subsector se debe principalmente a los rendimientos la Electricidad y el Gas Oil. El Gráfico 6.11.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Caucho y Plástico.

Gráfico 6.11.3
 Subsector: Caucho y Plástico
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.11.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Caucho y Plástico.

Gráfico 6.11.4
 Subsector: Caucho y Plástico
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Fuerza Motriz 87,1%, Frío de Proceso 56,0% y Transporte Interno 26,7%; son destacables los rendimientos de Generación de Vapor y Otras Calderas, ambos de 80,0%.

En los cuadros 6.11.8 y 6.11.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Caucho y Plástico es de 0,65 kTep, que representan un ahorro de 7,4% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Fuerza Motriz, con 0,3 kTep que representan el 48,5% de todo el potencial de ahorro en el subsector; el segundo ahorro importante está en el Uso Frío de Proceso, con 0,2 kTep que representan el 27,9% de todo el potencial de ahorro en el subsector.

Cuadro 6.11.1
Subsector: Caucho y Plástico
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														327	327
Generación de Vapor		78								37,5	119				234
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										4,7					4,7
Calor Directo	58				2,1					19				370	450
Fuerza Motriz														6.096	6.096
Frío de Proceso														876	876
Transporte Interno						29	12,4		4,4	477					523
Electroquímicos															
Usos No Productivos					204,9					1,9				108	315
Total	58	78			207,0	29	12,4		4,4	541	119			7.777	8.825

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Caucho y Plástico, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.11.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 23,8 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Caucho y Plástico, el 100% es suministrada por UTE.

Cuadro 6.11.2
Subsector: Caucho y Plástico
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor		33,4								16,0	50,6				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										100,0					100
Calor Directo	12,9				0,5					4,3				82,3	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno						5,6	2,4		0,8	91,2					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					65,1					0,6				34,4	100
Total	0,7	0,9			2,3	0,33	0,14		0,05	6,1	1,3			88,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.11.3
Subsector: Caucho y Plástico
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														4,2	3,7
Generación de Vapor		100,0								6,9	100,0				2,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										0,9					0,1
Calor Directo	100,0				1,0					3,6				4,8	5,1
Fuerza Motriz														78,4	69,1
Frío de Proceso														11,3	9,9
Transporte Interno						100,0	100,0		100,0	88,3					5,9
Electroquímicos															
Usos No Productivos					99,0					0,3				1,4	3,6
Total	100	100			100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.11.4
Subsector: Caucho y Plástico
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														66	66
Generación de Vapor		63								30	95				187
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										3,8					3,8
Calor Directo	29				1,6					18				238	287
Fuerza Motriz														5.309	5.309
Frío de Proceso														490	490
Transporte Interno						5,2	2,2		1,0	131					140
Electroquímicos															
Usos No Productivos					153,7					0,5				101	255
Total	29	63			155,3	5,2	2,2		1,0	184	95			6.204	6.738

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.11.5
Subsector: Caucho y Plástico
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor		33,4								16,0	50,6				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										100,0					100
Calor Directo	10,1				0,6					6,3				83,0	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno						3,7	1,6		0,7	93,9					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					60,3					0,2				39,5	100
Total	0,4	0,9			2,3	0,08	0,03		0,02	2,7	1,4			92,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.11.6
Subsector: Caucho y Plástico
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,1	1,0
Generación de Vapor		100,0								16,3	100,0				2,8
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										2,0					0,1
Calor Directo	100,0				1,0					9,8				3,8	4,3
Fuerza Motriz														85,6	78,8
Frío de Proceso														7,9	7,3
Transporte Interno						100,0	100,0		100,0	71,5					2,1
Electroquímicos															
Usos No Productivos					99,0					0,2				1,6	3,8
Total	100	100			100	100	100		100	100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.11.7
Subsector: Caucho y Plástico
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														20,3	20,3
Generación de Vapor		80,0								80,0	80,0				80,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										80,0					80,0
Calor Directo	50,0				75,0					93,0				64,4	63,8
Fuerza Motriz														87,1	87,1
Frío de Proceso														56,0	56,0
Transporte Interno						18,0	18,0		24,0	27,5					26,7
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0					24,0				93,1	80,9
Total	50,0	80,0			75,0	18,0	18,0		24,0	33,9	80,0			79,8	76,4

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.11.8
Subsector: Caucho y Plástico
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														69,6	69,6
Generación de Vapor		6,3								3,0	9,5				18,9
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										0,3					0,3
Calor Directo	14,5				0,1					0,0				50,4	65,0
Fuerza Motriz														316,6	316,6
Frío de Proceso														182,4	182,4
Transporte Interno						0,0	0,0		0,0	0,0					0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	14,5	6,3			0,1	0,0	0,0		0,0	3,3	9,5			619,0	652,7

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.11.9
Subsector: Caucho y Plástico
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21,3	21,3
Generación de Vapor		8,0								8,0	8,0				8,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										5,9					5,9
Calor Directo	24,8				6,5									13,6	14,4
Fuerza Motriz														5,2	5,2
Frío de Proceso														20,8	20,8
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	24,8	8,0			0,1					0,6	8,0			8,0	7,4

Fuente: elaboración propia

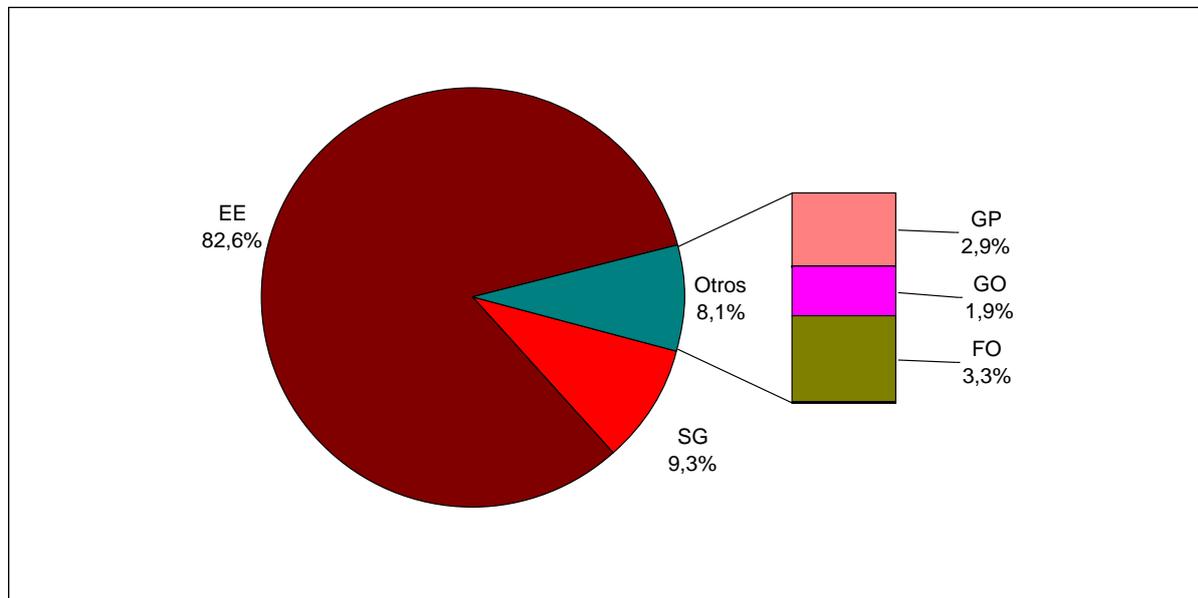
6.12 Vidrio

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 533 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 0,48 kTep, representando un 0,08% del total del Sector Industrial y ocupando el último lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 0,899 Tep. El estrato MG no existe en este subsector, por lo que el estrato GMP concentra el 100% del consumo de Energía Neta del subsector.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 0,33 kTep, representando el 0,1% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 67,8%, valor bajo la media del Sector Industrial.

En el Cuadro 6.12.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destaca el consumo de Electricidad de 0,4 kTep, concentrándose en esta Fuente el 82,6% del consumo de Energía Neta del subsector. En medida se consume el Supergás con 0,04 kTep y una participación del 9,3% (el Supergás se utiliza únicamente en Usos No Productivos). El Cuadro 6.12.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.12.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Vidrio.

Gráfico 6.12.1
Subsector: Vidrio
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

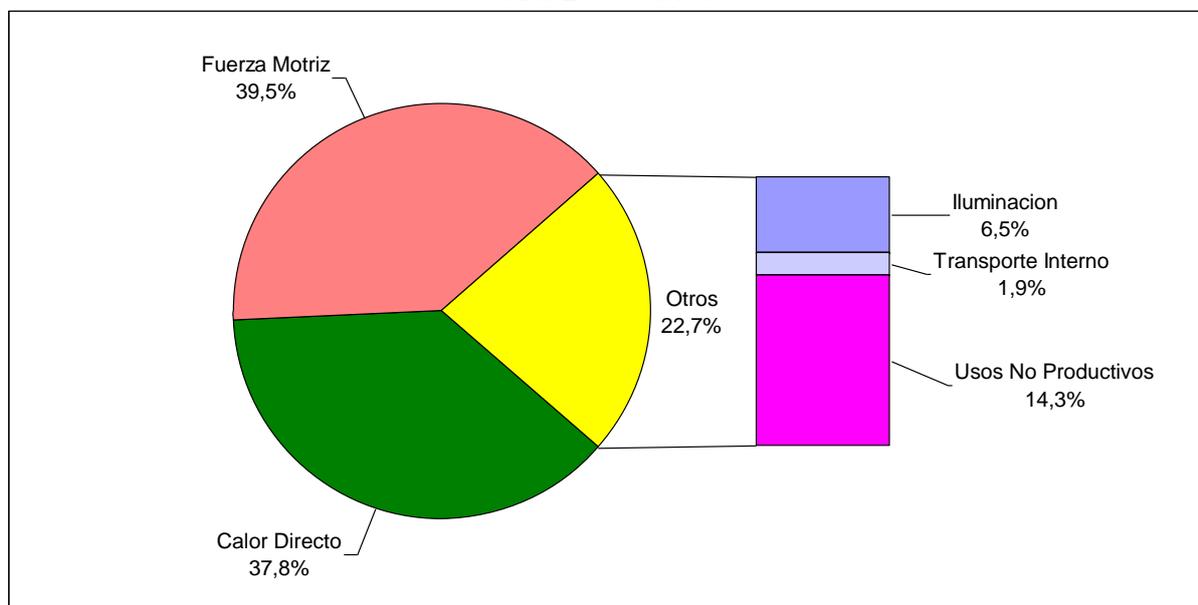


El único Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es Calor Directo, donde compiten contra la Electricidad (con un 86,4% de participación), el Fuel Oil (con 8,8%) y el Gas Propano (con 4,8%).

Entre los Usos prevalece la Fuerza Motriz con 0,19 kTep, representando el 39,5% del consumo del subsector y Calor Directo con 0,18 kTep y una participación del 37,8%. Estos dos Usos concentran el 77,3% del consumo del subsector. Este hecho da cierto grado de importancia en el subsector a los Usos No Productivos y la Iluminación. El Cuadro 6.12.3

muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.12.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Vidrio. En el subsector no se detectaron los Usos: Generación de Vapor, Cogeneración de Vapor, otras Calderas, Frío de Proceso y Electroquímicos.

Gráfico 6.12.2
Subsector: Vidrio
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



En los Usos, destaca el hecho que el Calor Directo concentra el 100% del consumo de Fuel Oil, el Transporte Interno el 100% del consumo de Gas Oil y los Usos No Productivos el 100% del consumo de Supergás.

En el Cuadro 6.12.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.12.5 y 6.12.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil son similares a las que tenían en Energía Neta: la Electricidad tiene una participación de 84,9% y el Supergás un 10,3%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones cambian un poco respecto a las de Energía Neta por efecto de los rendimientos: Fuerza Motriz con 49,5% y Calor Directo con 31,8%.

El Cuadro 6.12.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 67,8%. La Electricidad presenta un 69,7% de rendimiento. En los Usos hay que mencionar los rendimientos de la Fuerza Motriz de 84,9% y del Calor Directo de 57,0%, pues son los principales responsables del rendimiento global del subsector.

El Gráfico 6.12.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Vidrio; el Gráfico 6.12.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos.

Gráfico 6.12.3
 Subsector: Vidrio
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %

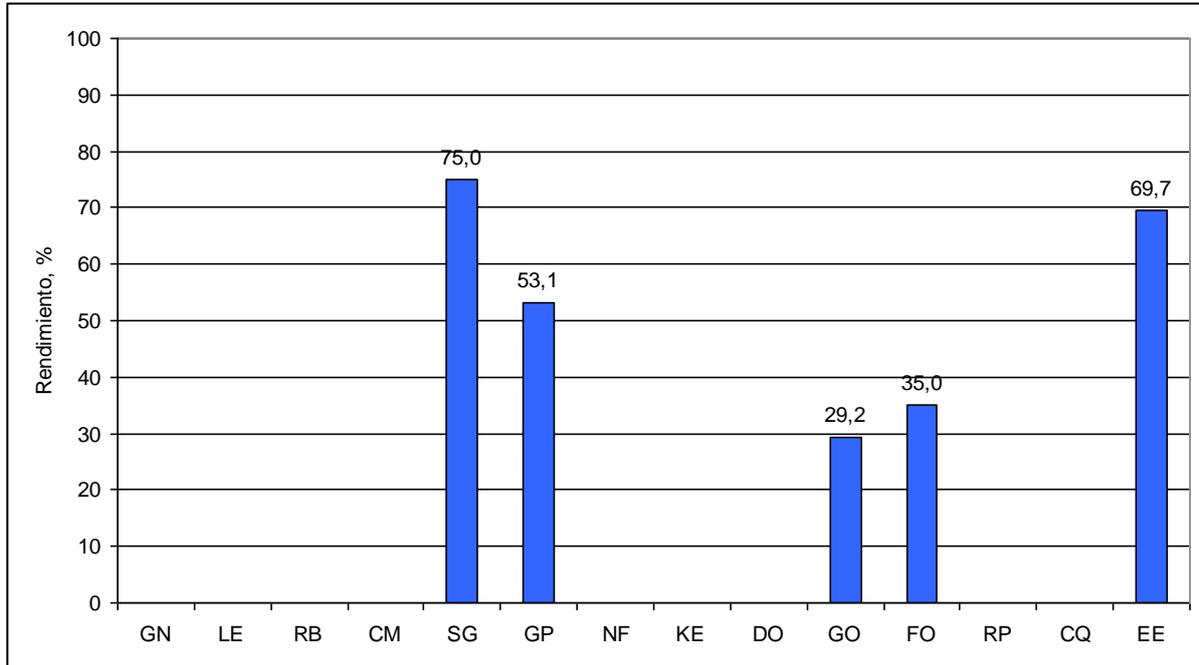
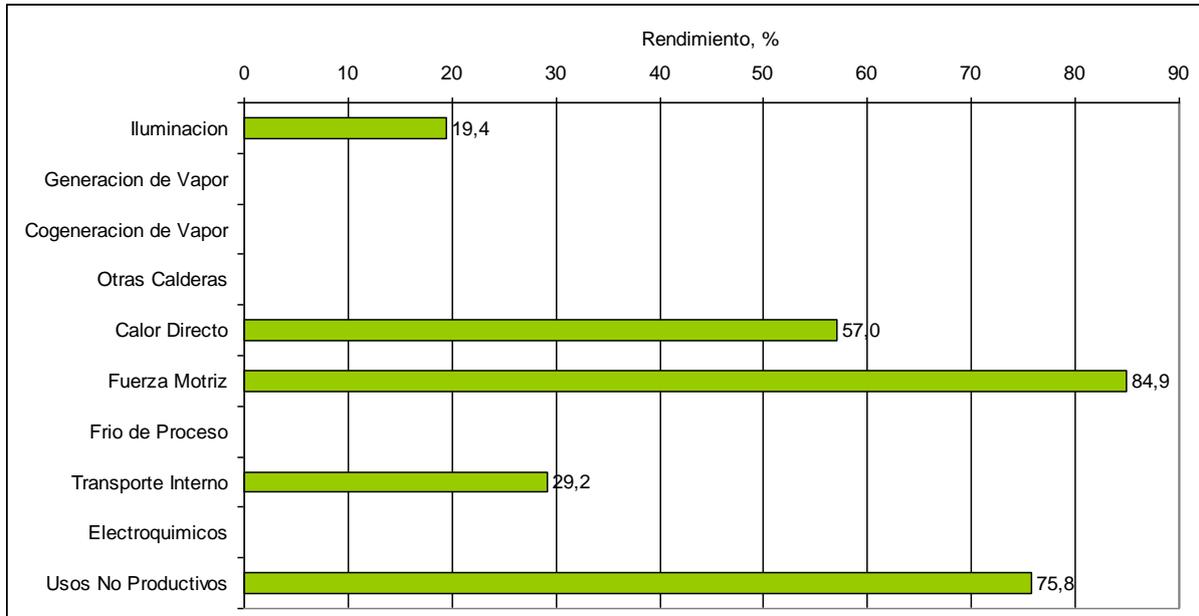


Gráfico 6.12.4
 Subsector: Vidrio
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



En los cuadros 6.12.8 y 6.12.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Vidrio es de 0,05 kTep, que representan un ahorro de 11,1% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo, con 0,035 kTep que representan el 65,5% de todo el potencial de ahorro en el subsector; el segundo ahorro importante está en el Uso Fuerza Motriz, con 0,011 kTep que representan el 20,4% del ahorro posible en el subsector.

Cuadro 6.12.1
Subsector: Vidrio
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														31,1	31,1
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						8,7					16,0			156,5	181,2
Fuerza Motriz														189,6	189,6
Frío de Proceso															
Transporte Interno										9,0					9,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos					44,5	5,2								19,1	68,7
Total					44,5	13,9				9,0	16,0			396,2	479,6

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Vidrio, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.12.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 2,0 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Vidrio, el 0,1% (0,5 Tep ó 6 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.12.2
Subsector: Vidrio
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						4,8					8,8			86,4	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					64,7	7,5								27,7	100
Total					9,3	2,9				1,9	3,3			82,6	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.12.3
Subsector: Vidrio
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														7,8	6,5
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						62,7					100,0			39,5	37,8
Fuerza Motriz														47,8	39,5
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					1,9
Electroquímicos															
Usos No Productivos					100,0	37,3								4,8	14,3
Total					100	100				100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.12.4
Subsector: Vidrio
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														6,0	6,0
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						3,5					5,6			94,3	103,4
Fuerza Motriz														160,9	160,9
Frío de Proceso															
Transporte Interno										2,6					2,6
Electroquímicos															
Usos No Productivos					33,3	3,9								14,9	52,1
Total					33,3	7,4				2,6	5,6			276,1	325,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.12.5
Subsector: Vidrio
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						3,4					5,4			91,2	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					64,0	7,5								28,5	100
Total					10,3	2,3				0,8	1,7			84,9	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.12.6
Subsector: Vidrio
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														2,2	1,9
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						47,2					100,0			34,2	31,8
Fuerza Motriz														58,3	49,5
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					0,8
Electroquímicos															
Usos No Productivos					100,0	52,8								5,4	16,0
Total					100	100				100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.12.7
Subsector: Vidrio
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19,4	19,4
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						40,0					35,0			60,2	57,0
Fuerza Motriz														84,9	84,9
Frío de Proceso															
Transporte Interno										29,2					29,2
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0	75,0								78,0	75,8
Total					75,0	53,1				29,2	35,0			69,7	67,8

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.12.8
Subsector: Vidrio
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														7,6	7,6
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						3,0					6,4			25,9	35,3
Fuerza Motriz														11,0	11,0
Frío de Proceso															
Transporte Interno										0,0					0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total						3,0				0,0	6,4			44,5	53,9

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.12.9
Subsector: Vidrio
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														24,4	24,4
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo						34,4					39,9			16,5	19,5
Fuerza Motriz														5,8	5,8
Frío de Proceso															
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total						21,6					39,9			11,2	11,2

Fuente: elaboración propia

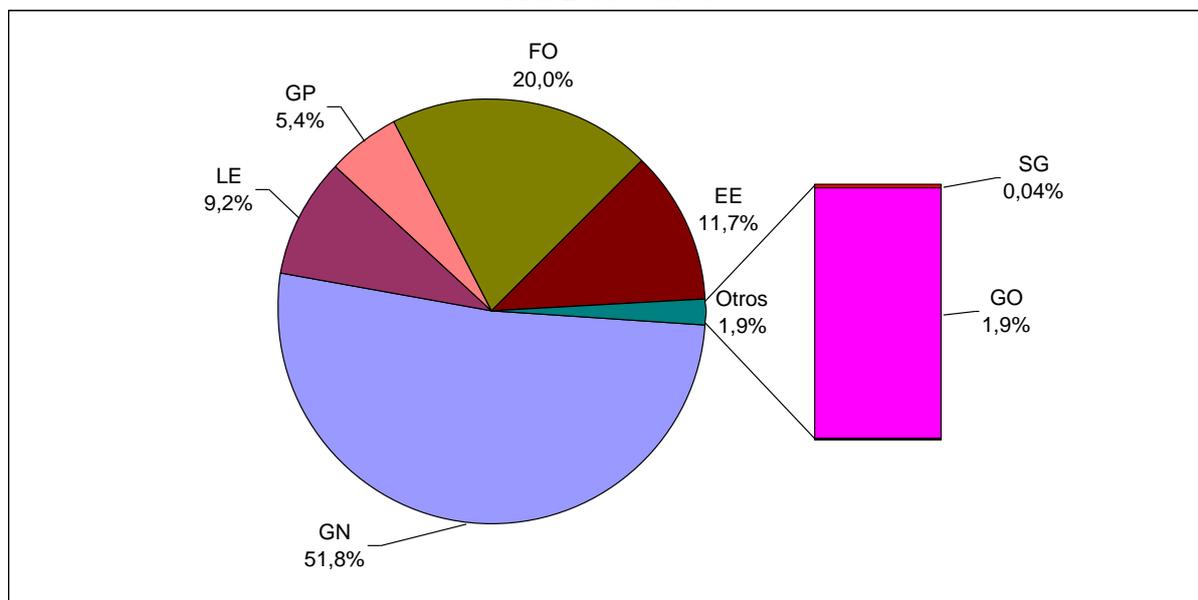
6.13 Cerámica

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 1.090 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 14,5 kTep, representando un 2,6% del total del Sector Industrial, ocupando el decimotercero lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 13,305 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 85,6% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 14,4% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 8,8 kTep, representando el 2,2% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 60,5%, que posiciona a este subsector en el segundo lugar de menor rendimiento.

En el Cuadro 6.13.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Gas Natural de 7,5 kTep con una participación del 51,8%, el de Fuel Oil de 2,9 kTep equivalente al 20,0% del consumo del subsector, el de Electricidad de 1,7 kTep con un 11,7% de participación y el consumo de Leña de 1,3 kTep que representa el 9,2% del consumo Neto. Estas cuatro Fuentes concentran el 92,7% del consumo del subsector. Destaca en menor medida el Gas Propano con 0,8 kTep y una participación del 5,4%. El Cuadro 6.13.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.13.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Cerámica. Este subsector no utiliza las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Nafta, Diesel Oil, Carbón Residual del Petróleo y Coque.

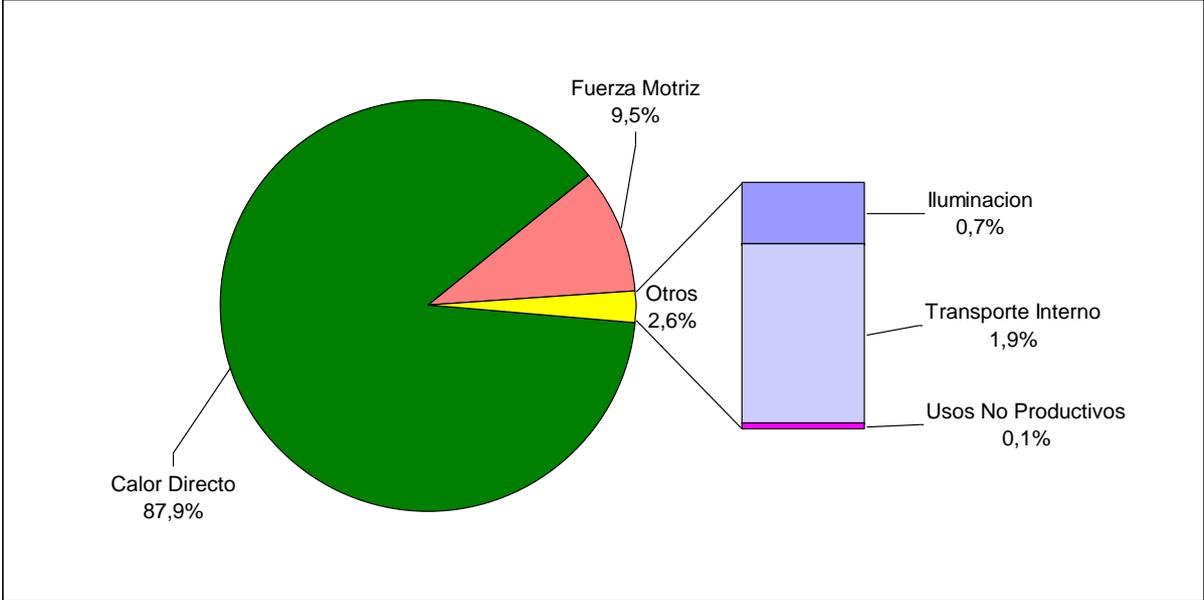
Gráfico 6.13.1
Subsector: Cerámica
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



El único Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es Calor Directo donde compiten contra el Gas Natural (con un 58,9% de participación), el Fuel Oil (con 22,8%) y en menor medida la Leña (con 10,4%) y el Gas Propano (con 6,1%).

Entre los Usos prevalece el Calor Directo con 12,7 kTep, representando el 87,9% del consumo del subsector y la Fuerza Motriz que consume 1,4 kTep con una participación de 9,5%. El Cuadro 6.13.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta. El Gráfico 6.13.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Cerámica. En el subsector no están los Usos: Generación de Vapor, Cogeneración de Vapor, Otras Calderas, Frío de Proceso y Electroquímicos.

Gráfico 6.13.2
 Subsector: Cerámica
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
 Año 2006 – en %



En los Usos, destaca el hecho que el Calor Directo concentra la totalidad del consumo de Gas Natural, Leña, Gas Propano y Fuel Oil y el 12,9% del consumo de Electricidad. La Fuerza Motriz concentra el 81,2% del consumo de Electricidad. En los Usos menos importantes, Transporte Interno es responsable del 100% del consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.13.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.13.5 y 6.13.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil son similares respecto a las de Energía Neta, con excepción de la Leña: el Gas Natural tiene una participación de 50,4% en Energía Útil, el Fuel Oil 22,9%, la Electricidad 15,7%, el Gas Propano 5,3% y la Leña 4,9%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones son similares a las de Energía Neta: Calor Directo con 85,0% y Fuerza Motriz con 13,8%.

El Cuadro 6.13.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 60,5%. El rendimiento global del subsector se debe principalmente a los rendimientos y participaciones en el consumo de Energía Neta de sus Fuentes y Usos principales.

Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: el Gas Natural 58,9%, el Fuel Oil 69,1%, la Leña 32,4% y la Electricidad 81,3%. Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Calor Directo un 58,6% y Fuerza Motriz 88,0%.

El Gráfico 6.13.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Cerámica; el Gráfico 6.13.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos.

Gráfico 6.13.3
 Subsector: Cerámica
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %

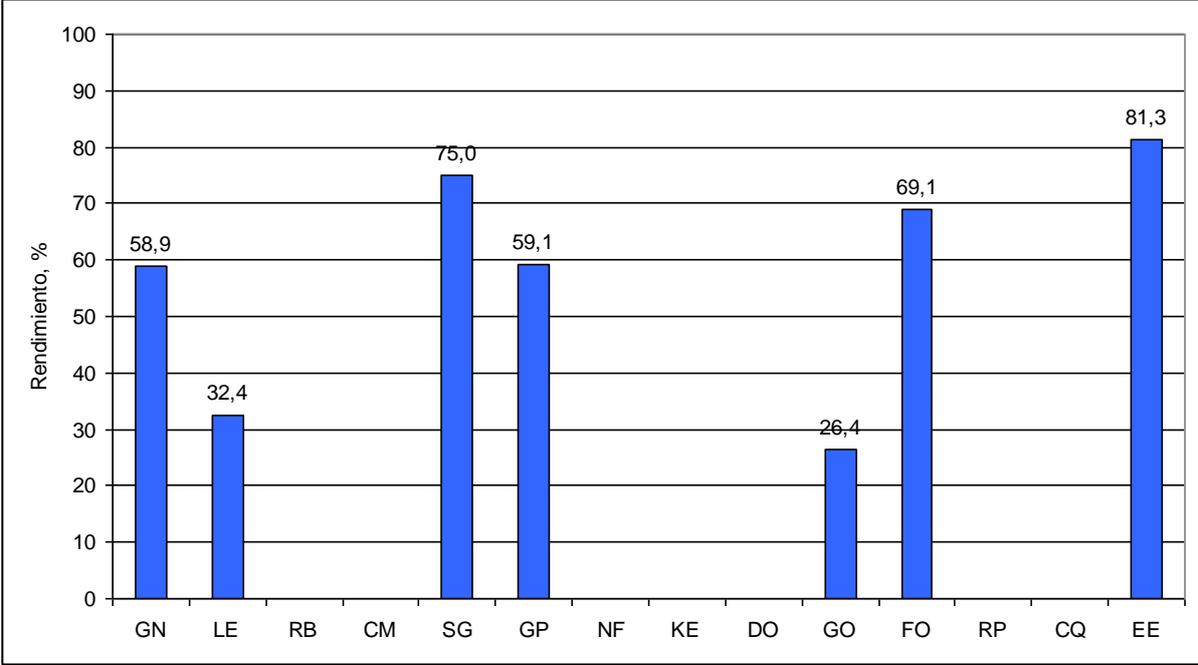
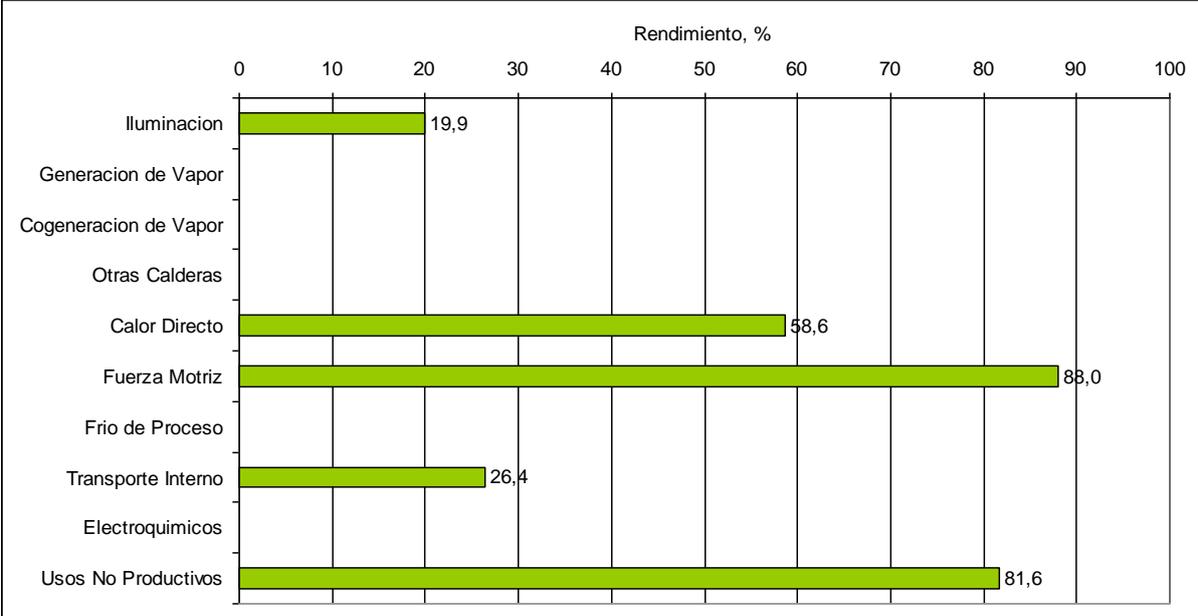


Gráfico 6.13.4
 Subsector: Cerámica
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



En los cuadros 6.13.8 y 6.13.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado

para el subsector Cerámica es de 2,5 kTep, que representan un ahorro de 17,3% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo con 2,4 kTep que representan el 96,4% de todo el potencial de ahorro en el subsector. El potencial de ahorro en Fuerza Motriz Eléctrica es mínimo.

Cuadro 6.13.1
Subsector: Cerámica
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														97	97
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	7.506	1.329				781					2.904			220	12.741
Fuerza Motriz														1.379	1.379
Frío de Proceso															
Transporte Interno										277					277
Electroquímicos															
Usos No Productivos					5,5									2,8	8,3
Total	7.506	1.329			5,5	781				277	2.904			1.699	14.502

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Cerámica, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.13.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 0,7 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Cerámica, el 0,03 (0,5 Tep ó 6 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.13.2
Subsector: Cerámica
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	58,9	10,4				6,1					22,8			1,7	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					66,0									34,0	100
Total	51,8	9,2			0,04	5,4				1,9	20,0			11,7	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.13.3
Subsector: Cerámica
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														5,7	0,7
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	100,0	100,0				100,0					100,0			12,9	87,9
Fuerza Motriz														81,2	9,5
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					1,9
Electroquímicos															
Usos No Productivos					100,0									0,2	0,1
Total	100	100			100	100				100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.13.4
Subsector: Cerámica
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19	19
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	4.421	430				462					2.006			146	7.466
Fuerza Motriz														1.213	1.213
Frío de Proceso															
Transporte Interno										73					73
Electroquímicos															
Usos No Productivos					4,1									2,7	6,8
Total	4.421	430			4,1	462				73	2.006			1.382	8.778

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.13.5
Subsector: Cerámica
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	59,2	5,8				6,2					26,9			2,0	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					60,7									39,3	100
Total	50,4	4,9			0,05	5,3				0,8	22,9			15,7	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.13.6
Subsector: Cerámica
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,4	0,2
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	100,0	100,0				100,0					100,0			10,6	85,0
Fuerza Motriz														87,8	13,8
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					0,8
Electroquímicos															
Usos No Productivos					100,0									0,2	0,1
Total	100	100			100	100				100	100			100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.13.7
Subsector: Cerámica
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19,9	19,9
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	58,9	32,4				59,1					69,1			66,6	58,6
Fuerza Motriz														88,0	88,0
Frío de Proceso															
Transporte Interno										26,4					26,4
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0									94,4	81,6
Total	58,9	32,4			75,0	59,1				26,4	69,1			81,3	60,5

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.13.8
Subsector: Cerámica
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22	22
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	1.360	594				140					303			27	2.424
Fuerza Motriz														69	69
Frío de Proceso															
Transporte Interno										0,0					0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	1.360	594				140,3				0,0	303			118	2.515

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.13.9
Subsector: Cerámica
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22,5	22,5
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo	18,1	44,7				18,0					10,4			12,2	19,0
Fuerza Motriz														5,0	5,0
Frío de Proceso															
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	18,1	44,7				18,0					10,4			6,9	17,3

Fuente: elaboración propia

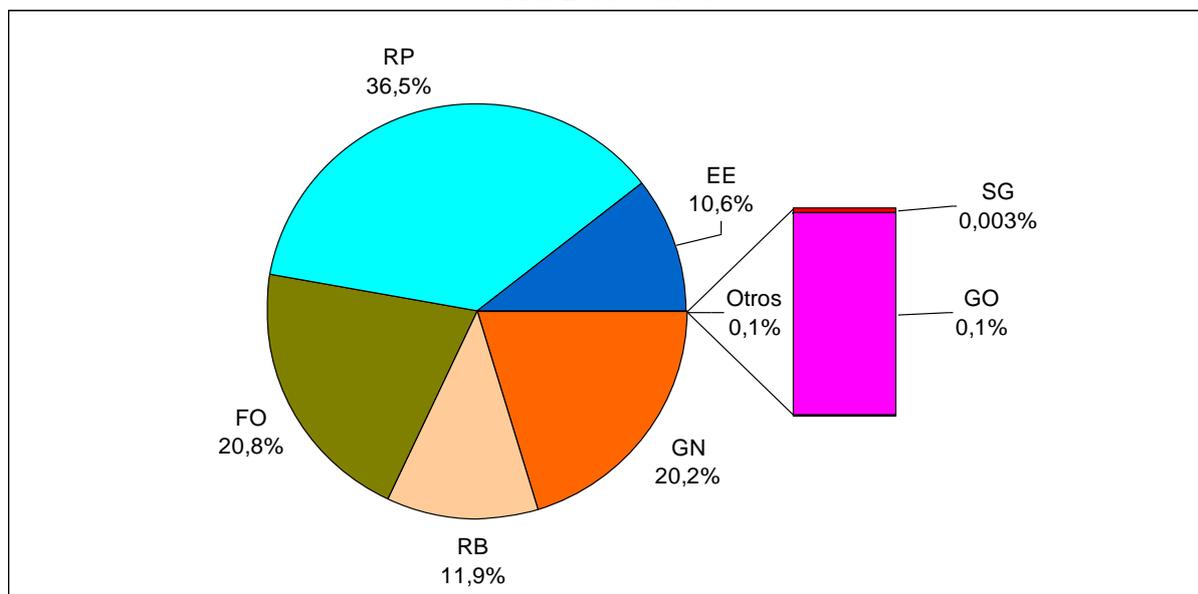
6.14 Cemento

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 835 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 77,3 kTep, representando un 13,7% del total del Sector Industrial y ocupando el segundo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 92,551 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 99,9% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 0,1% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 38,3 kTep, representando el 9,4% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de 49,5%, el rendimiento más bajo de todos los subsectores.

En el Cuadro 6.14.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destacan el consumo de Carbón Residual de Petróleo de 28,2 kTep, el que representa el 36,5% del consumo Neto, el consumo de Fuel Oil de 16,1 kTep que constituye el 20,8% del consumo, el de Gas Natural de 15,6 kTep con un 20,2% de participación, el de Residuos de Biomasa de 9,2 kTep y correspondiente a un 11,9% y el de Electricidad de 8,2 kTep y una participación de 10,6% del consumo del subsector. Estas cinco Fuentes concentran el 99,9% del consumo del subsector. El Cuadro 6.14.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.14.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector. En este subsector no se utilizan las Fuentes: Leña, Carbón Mineral, Gas Propano, Nafta, Diesel Oil y Coque.

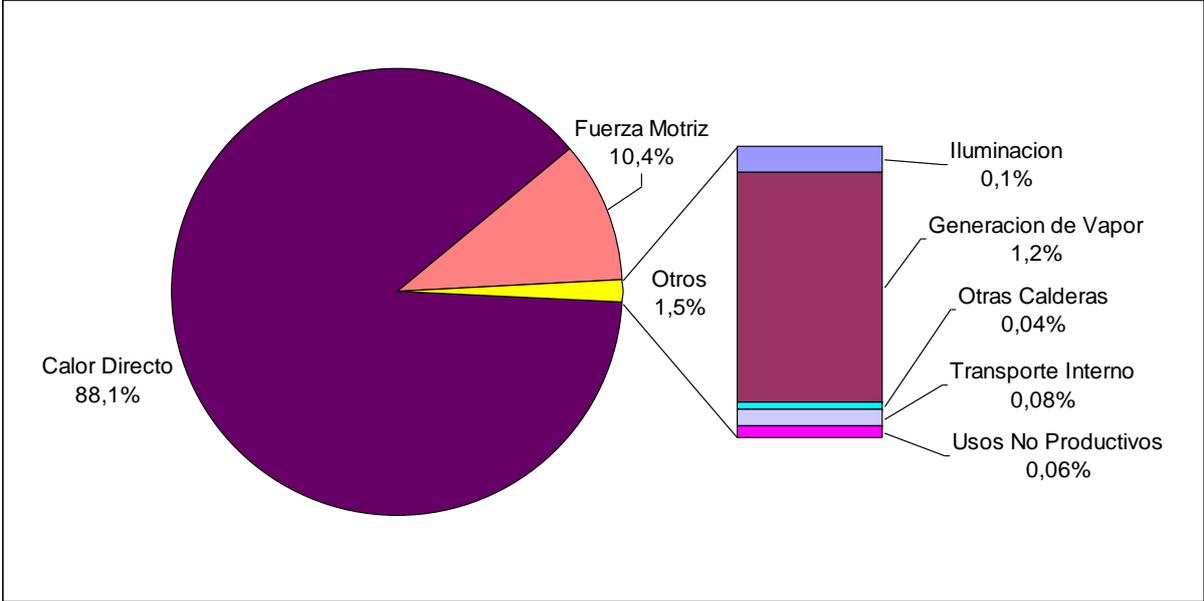
Gráfico 6.14.1
Subsector: Cemento
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



El Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es Calor Directo: compiten el Carbón Residual del Petróleo (41,4% de participación en el Uso) con el Gas Natural (con 22,9%), el Fuel Oil (con 22,3%) y los Residuos de Biomasa (con 13,5%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación y Fuerza Motriz) y tiene una participación mínima en Otras Calderas.

Entre los Usos prevalece el Calor Directo con 68,1 kTep y una participación del 88,1% y la Fuerza Motriz con 8,0 kTep y una participación de 10,4%. Estos dos Usos concentran el 98,5% del consumo del subsector. El Cuadro 6.14.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.14.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Cemento. En el subsector no están los Usos Cogeneración de Vapor, Frío de Proceso y Electroquímicos.

Gráfico 6.14.2
Subsector: Cemento
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



En los Usos, en este subsector es destacable el hecho que el Calor Directo concentra el 99,9% del consumo de Gas Natural, todo el consumo de los Residuos de Biomasa, el 94,3% del consumo de Fuel Oil y el 100% del Carbón Residual de Petróleo; Fuerza Motriz concentra el 98,1% del consumo de Electricidad.

Los Residuos de Biomasa que se utilizan en el subsector Cemento son variados en su tipo y su procedencia no tiene relación con este subsector. Estos residuos se detallan en la tabla siguiente:

Tipo de Residuo	Calor Directo	
	Tep	%
Cáscara de arroz	4.860	53,0
Cáscara de arroz y aserrín	356	3,9
Aserrines	146	1,6
Paja de cereales	3.808	41,5
Total	9.170	100

La Cáscara de arroz y el aserrín en algunos establecimientos se utilizan puros y en otros mezclados, por ello se hace la distinción en la tabla anterior.

En el Cuadro 6.14.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.14.5 y 6.14.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones en Energía Útil cambian poco en magnitud respecto a las de Energía Neta, principalmente en el Fuel Oil y la

Electricidad: Carbón Residual de Petróleo con 36,8%, Electricidad con 19,5%, Gas Natural con 18,5%, Fuel Oil con 15,0% y los Residuos de Biomasa con 10,1%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones también cambian en magnitud: Calor Directo con 78,6% y Fuerza Motriz con 19,3%.

El Cuadro 6.14.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 49,5%. El Gráfico 6.14.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Cemento, el Gráfico 6.14.4 el de los Usos.

Gráfico 6.14.3
 Subsector: Cemento
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %

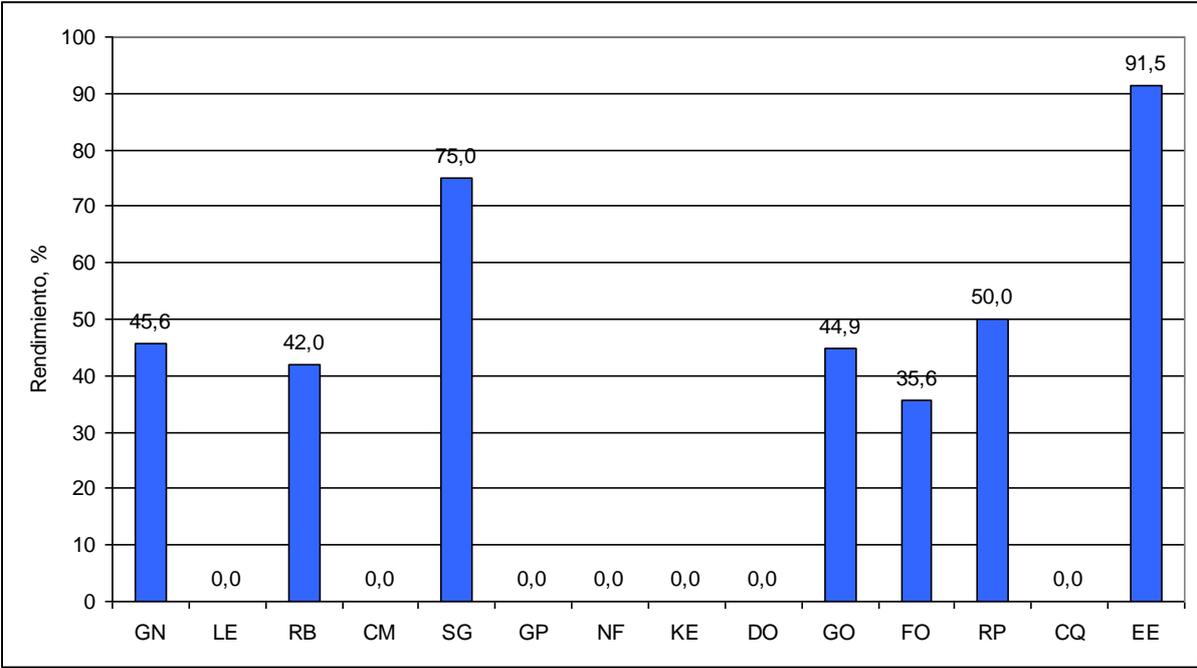
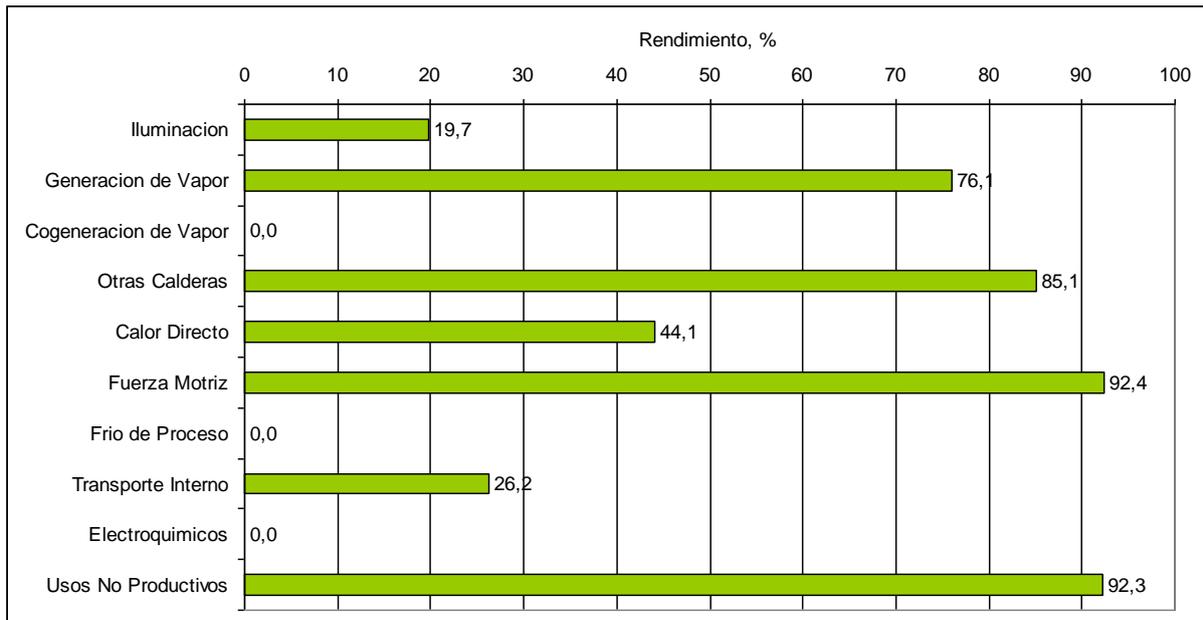


Gráfico 6.14.4
 Subsector: Cemento
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: el Carbón Residual de Petróleo 50,0%, el Fuel Oil 35,6%, el Gas Natural 45,6%, los Residuos de Biomasa 42,0% y la Electricidad 91,5%; esta última es la Fuente con mejor rendimiento en el subsector.

Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Calor Directo 44,1% y Fuerza Motriz 92,4%. El rendimiento y la participación del Calor Directo son los principales responsables del bajo rendimiento del subsector.

En los cuadros 6.14.8 y 6.14.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Cemento es de 21,3 kTep, que representan un ahorro de 27,6% de Energía Neta. El ahorro más importante se centra en Calor Directo con un potencial de 20,9 kTep equivalente al 98,4% del potencial de ahorro del subsector Cemento.

Cuadro 6.14.1
Subsector: Cemento
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														107	107
Generación de Vapor	12				0,04						916				928
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										30,4				0,5	30,9
Calor Directo	15.565		9.170								15.185	28.179			68.099
Fuerza Motriz														7.999	7.999
Frío de Proceso															
Transporte Interno										65					65,1
Electroquímicos															
Usos No Productivos					2,6									47,1	49,7
Total	15.577		9.170		2,6					95	16.101	28.179		8.154	77.280

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Cemento, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.14.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 7,9 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Cemento, el 0,1% (12,1 Tep ó 141 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.14.2
Subsector: Cemento
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	1,3				0,004						98,7				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										98,4				1,6	100
Calor Directo	22,9		13,5								22,3	41,4			100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					5,2									94,8	100
Total	20,2		11,9		0,003					0,1	20,8	36,5		10,6	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.14.3
Subsector: Cemento
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,3	0,1
Generación de Vapor	0,1				1,6						5,7				1,2
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										31,8				0,01	0,04
Calor Directo	99,9		100,0								94,3	100,0			88,1
Fuerza Motriz														98,1	10,4
Frío de Proceso															
Transporte Interno										68,2					0,1
Electroquímicos															
Usos No Productivos					98,4									0,6	0,1
Total	100		100		100					100	100	100		100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.14.4
Subsector: Cemento
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21	21
Generación de Vapor	10				0,0						696				706
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										25,8				0,4	26
Calor Directo	7.088		3.855								5.030	14.090			30.063
Fuerza Motriz														7.393	7.393
Frío de Proceso															
Transporte Interno										17,1					17
Electroquímicos															
Usos No Productivos					1,9									44	46
Total	7.098		3.855		2,0					42,9	5.727	14.090		7.459	38.273

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.14.5
Subsector: Cemento
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor	1,4				0,004						98,6				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										98,3				1,7	100
Calor Directo	23,6		12,8								16,7	46,9			100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos															
Usos No Productivos					4,2									95,8	100
Total	18,5		10,1		0,01					0,1	15,0	36,8		19,5	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.14.6
Subsector: Cemento
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														0,3	0,1
Generación de Vapor	0,1				1,6						12,2				1,8
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										60,2				0,0	0,1
Calor Directo	99,9		100,0								87,8	100,0			78,6
Fuerza Motriz														99,1	19,3
Frío de Proceso															
Transporte Interno										39,8					0,04
Electroquímicos															
Usos No Productivos					98,4									0,6	0,1
Total	100		100		100					100	100	100		100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.14.7
Subsector: Cemento
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19,7	19,7
Generación de Vapor	80,0				76,0						76,0				76,1
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										85,0				90,0	85,1
Calor Directo	45,5		42,0								33,1	50,0			44,1
Fuerza Motriz														92,4	92,4
Frío de Proceso															
Transporte Interno										26,2					26,2
Electroquímicos															
Usos No Productivos					75,0									93,2	92,3
Total	45,6		42,0		75,0					44,9	35,6	50,0		91,5	49,5

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.14.8
Subsector: Cemento
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														28	28
Generación de Vapor	1,0				0,005						116				117
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										1,7				0,0	1,7
Calor Directo	4.501		3.029								6.422	6.992			20.944
Fuerza Motriz														204	204
Frío de Proceso															
Transporte Interno										0,0					0,0
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	4.502		3.029		0,005					1,7	6.537	6.992		231	21.293

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.14.9
Subsector: Cemento
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														26,0	26,0
Generación de Vapor	8,0				12,6						12,6				12,6
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas										5,6					5,5
Calor Directo	28,9		33,0								42,3	24,8			30,8
Fuerza Motriz														2,5	2,5
Frío de Proceso															
Transporte Interno															
Electroquímicos															
Usos No Productivos															
Total	28,9		33,0		0,2					1,8	40,6	24,8		2,8	27,6

Fuente: elaboración propia

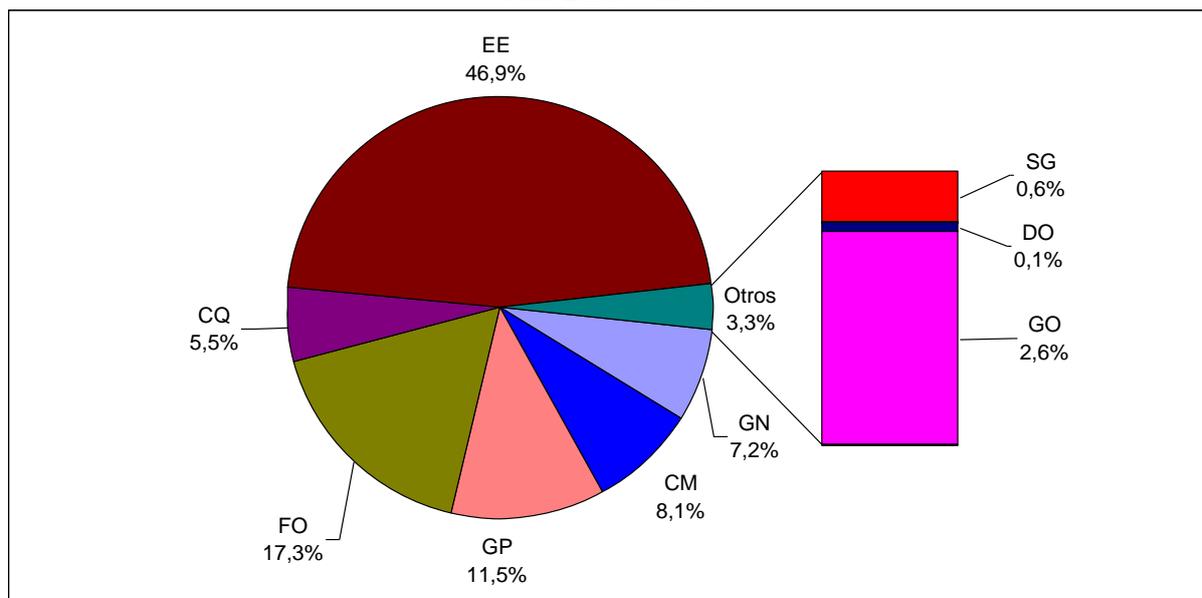
6.15 Metálicas Básicas

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 1.152 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 15,2 kTep, representando un 2,7% del total del Sector Industrial y ocupando el duodécimo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 13,161 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 83,6% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 16,4% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 9,9 kTep, representando el 2,5% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 65,6%, valor menor al rendimiento medio del Sector Industrial, que lo posiciona en el lugar decimotercero, o dicho de otra forma, es el quinto subsector con menor rendimiento.

En el Cuadro 6.15.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destaca de manera importante el consumo de Electricidad de 7,1 kTep con un 46,9% de participación en el subsector, el Fuel Oil con 2,6 kTep y un 17,3% de participación y el Gas Propano con 1,8 kTep y un 11,5% de participación. En estas tres Fuentes se concentra el 75,7% del consumo de energía neta del subsector. En menor medida destacan el Carbón Mineral con 1,2 kTep de consumo que representa el 8,1%, el Gas Natural con 1,1 kTep que son el 7,2% del consumo neto del subsector y el Coque con 0,8 kTep y una participación del 5,5%. En estas seis Fuentes se concentra el 96,5% del consumo de energía neta del subsector. El Cuadro 6.15.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.15.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Metálicas Básicas. Este subsector no utiliza las Fuentes: Leña, Residuos de Biomasa, Nafta y Carbón Residual del Petróleo.

Gráfico 6.15.1
Subsector: Metálicas Básicas
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

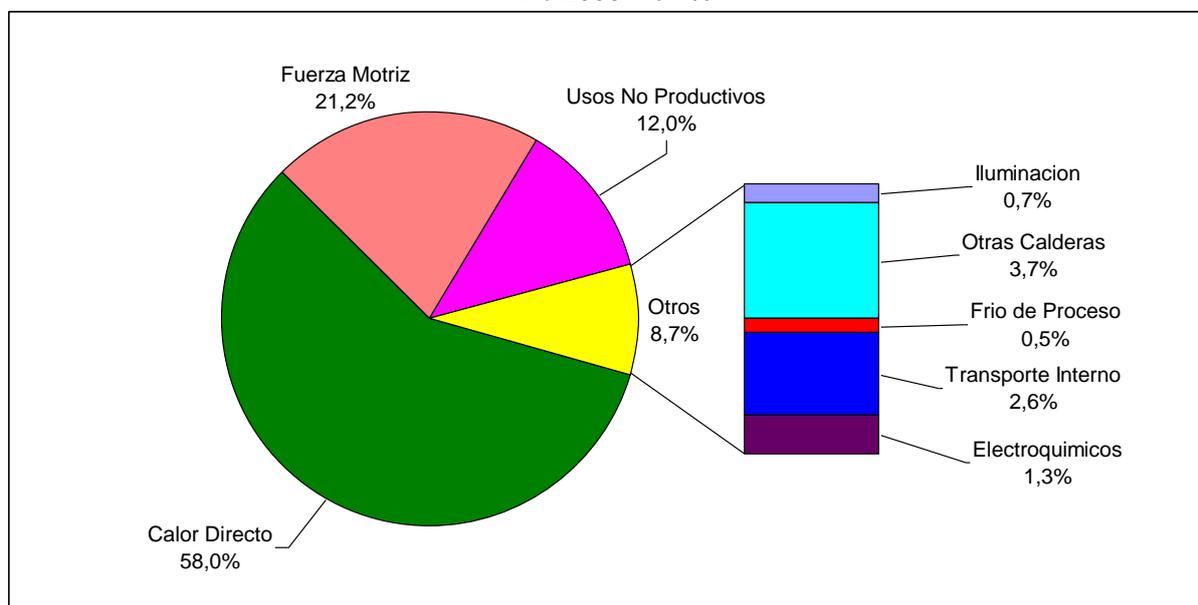


El principal Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es Calor Directo, en el que compiten la Electricidad (con un 39,4% de participación), el Fuel Oil (con 23,8%), el Carbón

Mineral (con 14,0%), el Gas Natural (con 12,5%) y el Coque (con 9,5%), sin embargo, hay que tener presente que el Carbón Mineral y el Coque también cumplen una finalidad de materia prima en los procesos de elaboración de metales. Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz, Frío de Proceso y Electroquímicos).

Entre los Usos destacan el Calor Directo con 8,8 kTep y una participación de 58,0%, la Fuerza Motriz con 3,2 kTep, representando el 21,2% del consumo del subsector y excepcionalmente los Usos No Productivos, con 1,8 kTep y una participación de 12,0%. Estos tres Usos concentran el 91,2% del consumo del subsector. El Cuadro 6.15.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta. El Gráfico 6.15.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Metálicas Básicas. En el subsector no están presentes los Usos Generación de Vapor y Cogeneración de Vapor.

Gráfico 6.15.2
Subsector: Metálicas Básicas
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

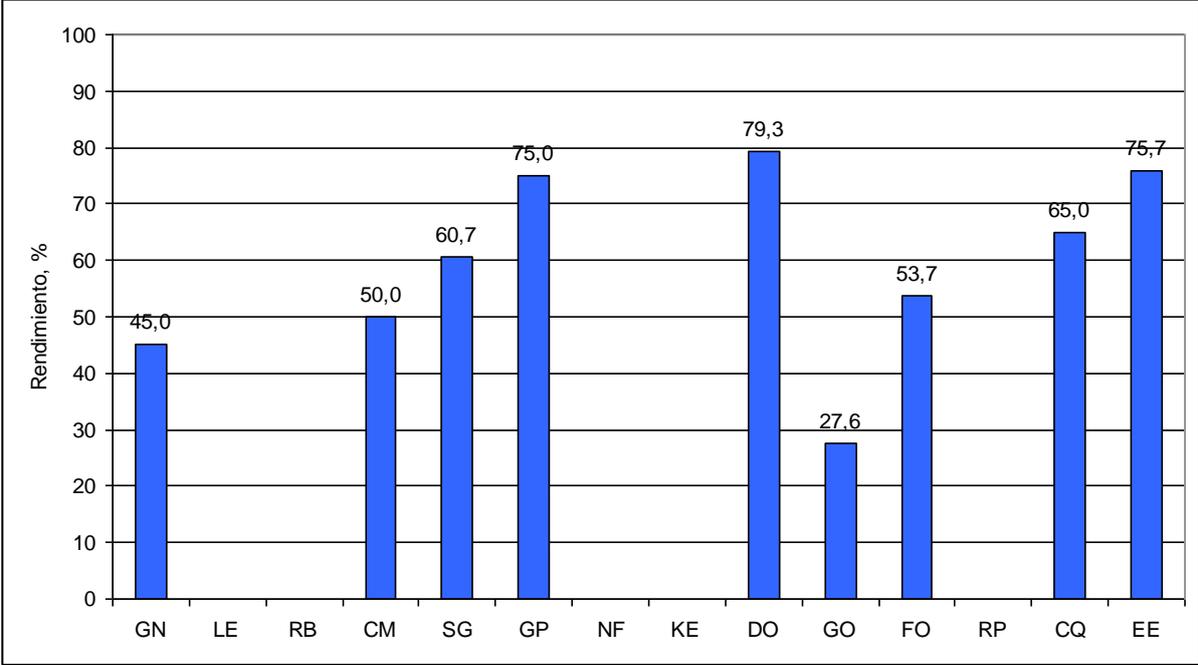


En los Usos, destaca el hecho que el Calor Directo concentra la totalidad de los consumos de Gas Natural, Carbón Mineral y Coque, el 79,7% del consumo de FUEL Oil y el 48,7% del consumo de Electricidad; también concentra la mayor parte de los consumos de Supergás y Diesel Oil. La Fuerza Motriz concentra el 45,2% del consumo de Electricidad. El Transporte Interno concentra el 100,0% del consumo de Gas Oil y los Usos No Productivos concentran el 100% del consumo de Gas Propano.

En el Cuadro 6.15.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.15.5 y 6.15.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil cambian respecto a las de Energía Neta por efecto de los rendimientos de las Fuentes principales: la Electricidad tiene una participación de 54,2% en Energía Útil, el FUEL Oil un 14,2%, el Gas Propano 13,2%; luego el Carbón Mineral 6,2%, el Coque 5,5% y el Gas Natural 5,0%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones cambian en magnitud: Calor Directo con 49,2%, Fuerza Motriz con 29,9% y los Usos No Productivos con 13,8%.

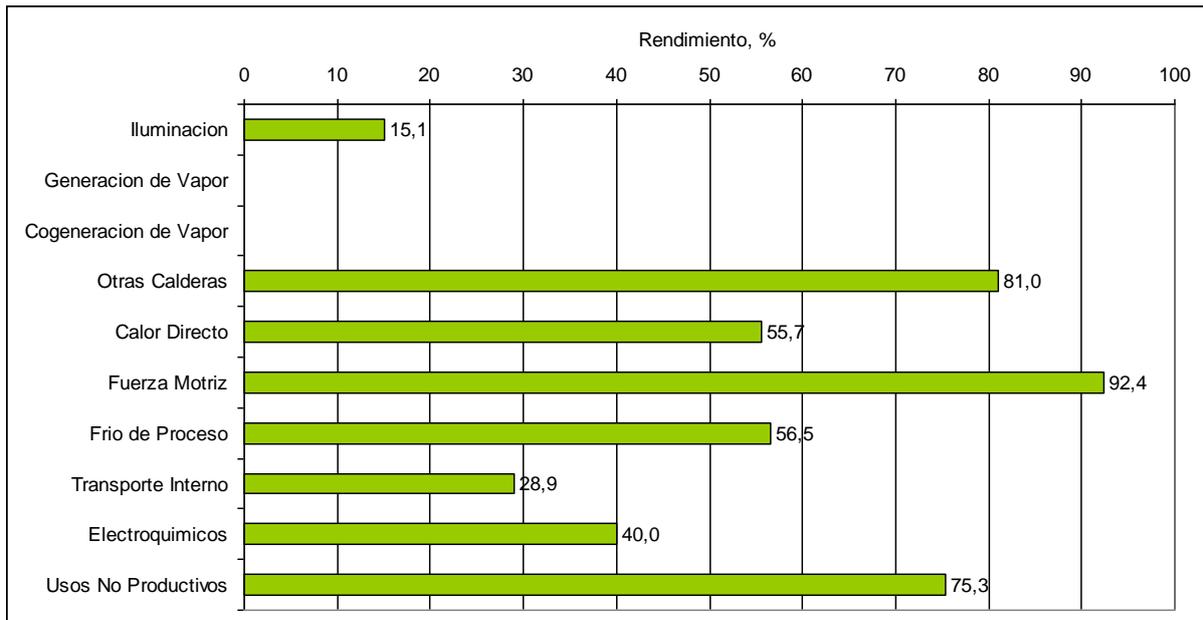
El Cuadro 6.15.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del subsector de 65,6%. Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Electricidad 75,7% y el Fuel Oil 53,7%. Es destacable el rendimiento del Diesel Oil de 79,3%. El rendimiento de la Electricidad disminuye principalmente por el rendimiento de esta Fuente en Calor Directo. El Gráfico 6.15.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Metálicas Básicas.

Gráfico 6.15.3
 Subsector: Metálicas Básicas
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.15.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Metálicas Básicas.

Gráfico 6.15.4
 Subsector: Metálicas Básicas
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Calor Directo 55,7%, Fuerza Motriz 92,4% y Usos No Productivos 75,3%. Destaca el rendimiento de Otras Calderas de 81,0%. El rendimiento global del subsector es relativamente bajo debido a la importancia del Uso Calor Directo y su rendimiento.

En los cuadros 6.15.8 y 6.15.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Metálicas Básicas es de 2,0 kTep, que representan un ahorro de 13,2% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo, con 1,8 kTep que representan el 90,4% de todo el potencial de ahorro en el subsector; el ahorro posible en Fuerza Motriz es despreciable por el buen rendimiento en este Uso de la Electricidad. Por otro lado, respecto a los Usos No Productivos, no se estimó potencial de ahorro en todo el Sector Industrial, por su poca importancia en el consumo a nivel global; el subsector Metálicas Básicas es la excepción en ello.

Cuadro 6.15.1
Subsector: Metálicas Básicas
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											531			31	562
Calor Directo	1.096			1.231	57,7				16,1		2.092		836	3.468	8.796
Fuerza Motriz														3.220	3.220
Frío de Proceso														70	70
Transporte Interno										392				9	402
Electroquímicos														190	190
Usos No Productivos					38,2	1.751			2,8					29	1.821
Total	1.096			1.231	95,8	1.751			19,0	392	2.624		836	7.117	15.161

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no se utiliza de manera alguna en el subsector Metálicas Básicas, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.15.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Metálicas Básicas, el 100% es suministrada por UTE.

Cuadro 6.15.2
Subsector: Metálicas Básicas
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											94,5			5,5	100
Calor Directo	12,5			14,0	0,7				0,2		23,8		9,5	39,4	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno										97,7				2,3	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos					2,1	96,2			0,2					1,6	100
Total	7,2			8,1	0,6	11,5			0,1	2,6	17,3		5,5	46,9	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.15.3
Subsector: Metálicas Básicas
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														1,4	0,7
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											20,3			0,4	3,7
Calor Directo	100,0			100,0	60,2				85,0		79,7		100,0	48,7	58,0
Fuerza Motriz														45,2	21,2
Frío de Proceso														1,0	0,5
Transporte Interno										100,0				0,1	2,6
Electroquímicos														2,7	1,3
Usos No Productivos					39,8	100,0			15,0					0,4	12,0
Total	100			100	100	100			100	100	100		100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.15.4
Subsector: Metálicas Básicas
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														15	15
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											428			28	456
Calor Directo	493			616	29,6				12,9		982		543	2.221	4.897
Fuerza Motriz														2.975	2.975
Frío de Proceso														40	40
Transporte Interno										108				8	116
Electroquímicos														76	76
Usos No Productivos					28,6	1.313			2,1					28	1.371
Total	493			616	58,2	1.313			15,0	108	1.409		543	5.390	9.945

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.15.5
Subsector: Metálicas Básicas
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											93,9			6,1	100
Calor Directo	10,1			12,6	0,6				0,3		20,0		11,1	45,4	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno										93,1				6,9	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos					2,1	95,7			0,2					2,0	100
Total	5,0			6,2	0,6	13,2			0,2	1,1	14,2		5,5	54,2	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.15.6
Subsector: Metálicas Básicas
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														0,3	0,2
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											30,3			0,5	4,6
Calor Directo	100,0			100,0	50,8				85,8		69,7		100,0	41,2	49,2
Fuerza Motriz														55,2	29,9
Frío de Proceso														0,7	0,4
Transporte Interno										100,0				0,1	1,2
Electroquímicos														1,4	0,8
Usos No Productivos					49,2	100,0			14,2					0,5	13,8
Total	100			100	100	100			100	100	100		100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.15.7
Subsector: Metálicas Básicas
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														15,1	15,1
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											80,5			90,0	81,0
Calor Directo	45,0			50,0	51,3				80,0		46,9		65,0	64,0	55,7
Fuerza Motriz														92,4	92,4
Frío de Proceso														56,5	56,5
Transporte Interno										27,6				87,3	28,9
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos					75,0	75,0			75,0					95,0	75,3
Total	45,0			50,0	60,7	75,0			79,3	27,6	53,7		65,0	75,7	65,6

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.15.8
Subsector: Metálicas Básicas
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														41	41
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											31			0	31
Calor Directo	322			305	14				0,6		579		109	479	1.809
Fuerza Motriz														85	85
Frío de Proceso														14	14
Transporte Interno										0,0				0,0	0,0
Electroquímicos														21	21
Usos No Productivos															
Total	322			305	14				0,6	0,0	610		109	641	2.001

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.15.9
Subsector: Metálicas Básicas
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														40,9	40,9
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas											5,9				5,5
Calor Directo	29,4			24,8	23,9				3,6		27,7		13,0	13,8	20,6
Fuerza Motriz														2,6	2,6
Frío de Proceso														20,5	20,5
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,1	11,1
Usos No Productivos															
Total	29,4			24,8	14,4				3,1		23,2		13,0	9,0	13,2

Fuente: elaboración propia

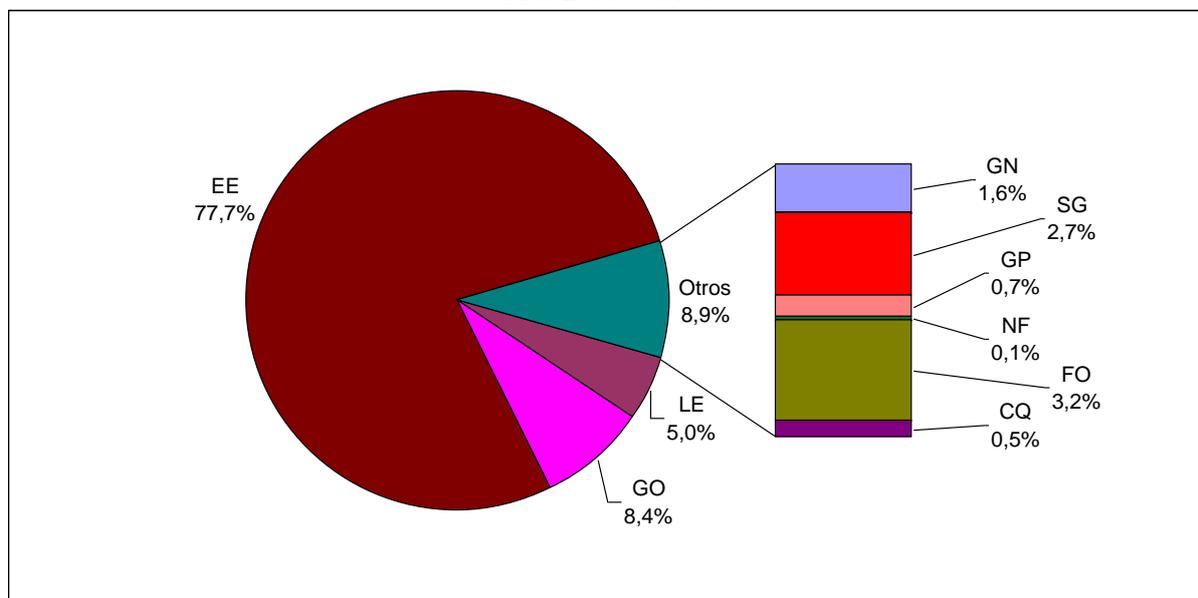
6.16 Maquinaria y Equipos

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 11.994 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 9,9 kTep, representando un 1,7% del total del Sector Industrial, ocupando el decimocuarto lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 0,824 Tep. El estrato MG en este subsector concentra el 14,7% del consumo de Energía Neta, el estrato GMP, el 85,3% restante.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 6,9 kTep, representando el 1,7% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 69,4%, valor menor al rendimiento medio del Sector Industrial, que lo posiciona en el décimo lugar.

En el Cuadro 6.16.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destaca de manera muy notoria el consumo de Electricidad de 7,7 kTep con un 77,7% de participación en el subsector. En segundo lugar el Gas Oil con 0,8 kTep y una participación de 8,4% y luego la Leña con 0,5 kTep y una participación de 5,0%. En estas tres Fuentes se concentra el 91,1% del consumo de energía neta del subsector. El Cuadro 6.16.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.16.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Maquinaria y Equipos. Este subsector no utiliza las Fuentes: Residuos de Biomasa, Carbón Mineral, Diesel Oil y Carbón Residual del Petróleo.

Gráfico 6.16.1
Subsector: Maquinaria y Equipos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

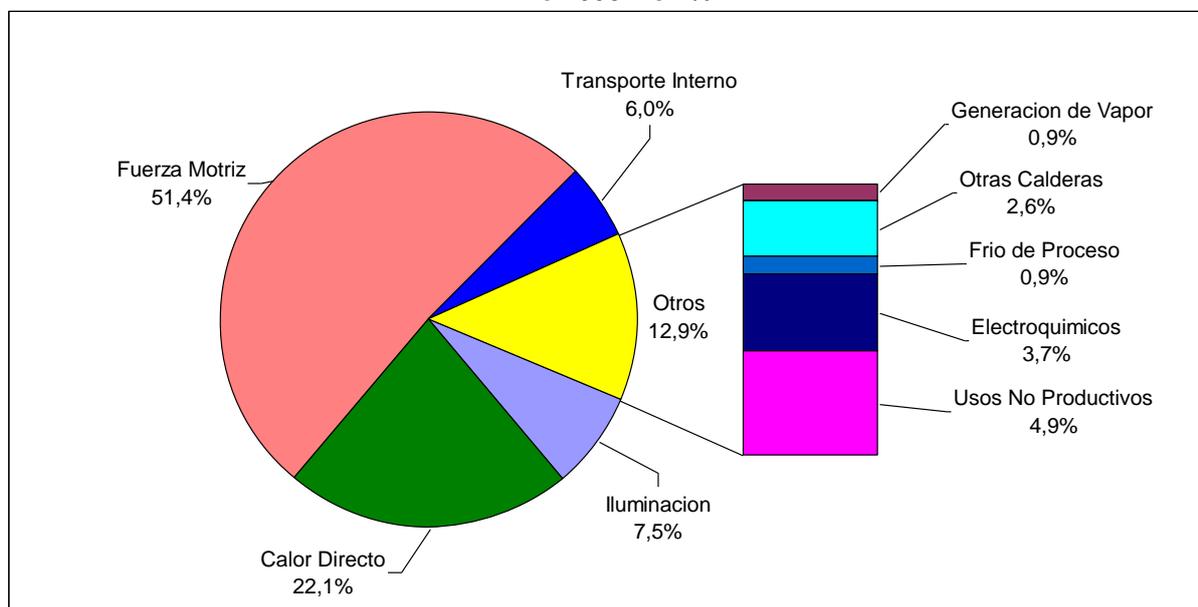


Los principales Usos donde hay “competencia” entre las Fuentes son los calóricos, en Calor Directo compiten contra la Electricidad (con un 49,4% de participación), la Leña (con 20,6%), y el Gas Oil (con 15,0%); en Otras Calderas compiten contra el Supergás (con un 45,8% de participación en el Uso), el Fuel Oil (con 25,8%), la Leña (con 17,2%) y el Gas propano (con 11,2%); en Transporte Interno también hay competencia: contra el Gas Oil (con un 81,4% de

participación en el Uso) están el Supergás (con 10,8%) y la Electricidad (con 7,4%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en los Usos que son normalmente eléctricos (Iluminación, Fuerza Motriz, Frío de Proceso y Electroquímicos).

Entre los Usos destacan la Fuerza Motriz con 5,1 kTep, representando el 51,4% del consumo del subsector y Calor Directo con 2,2 kTep con una participación de 22,1%. En este subsector, toman importancia los Usos Iluminación con 0,7 kTep y un 7,5% de participación y Transporte Interno con 0,6 kTep y un 6,0% de participación. Estos cuatro Usos concentran el 87,0% del consumo del subsector. El Cuadro 6.16.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.16.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Maquinaria y Equipos. En el subsector no está presente el Uso Cogeneración de Vapor.

Gráfico 6.16.2
Subsector: Maquinaria y Equipos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %



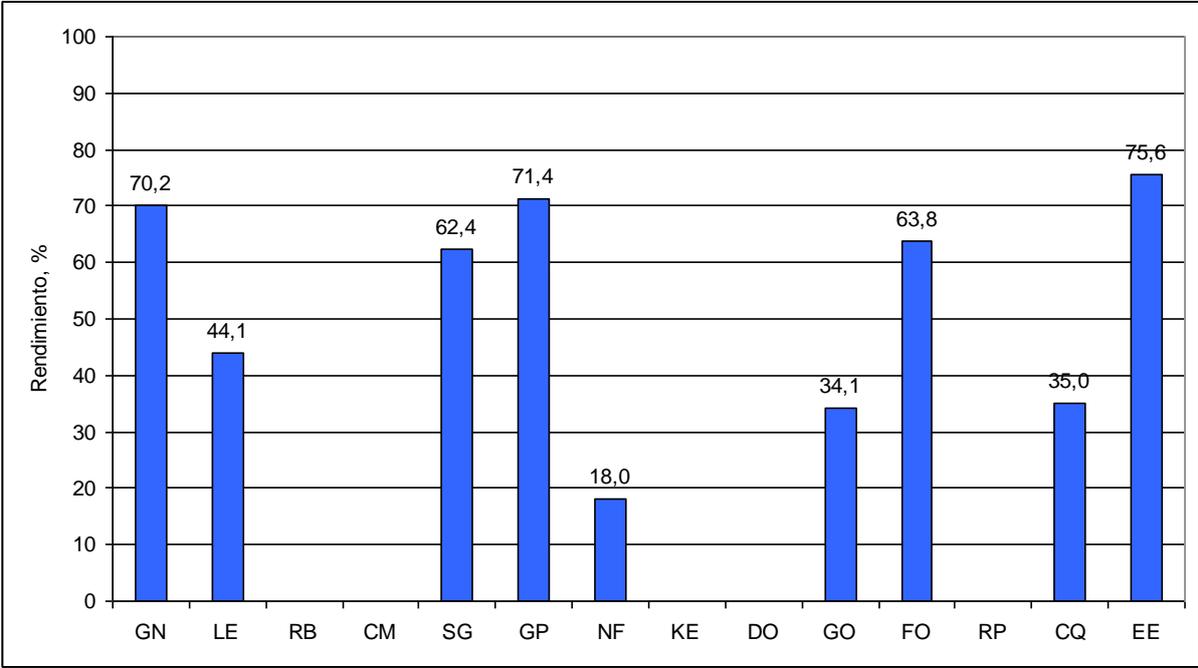
En los Usos, destaca el hecho que el Calor Directo concentra el 90,9% del consumo de Leña y el 100% del consumo de Coque. La Fuerza Motriz concentra el 66,2% del consumo de Electricidad. El Transporte Interno concentra el 58,0% del consumo de Gas Oil.

En el Cuadro 6.16.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.16.5 y 6.16.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil cambian un poco respecto a las de Energía Neta por efecto de los rendimientos de las Fuentes principales: la Electricidad tiene una participación de 84,7% en Energía Útil, el Gas Oil un 4,1% y la Leña 3,2%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones también cambian: Fuerza Motriz con 63,7%, Calor Directo con 18,6%, los Usos No Productivos con 6,0%, Otras Calderas con 3,2% y Transporte Interno con 2,4%.

El Cuadro 6.16.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del subsector de 69,4%. Las Fuentes principales del subsector presentan los siguientes rendimientos de utilización: la Electricidad 75,6% y el Gas Oil 34,1%. También es destacable el rendimiento del Gas Propano de 71,4% y del Gas Natural de 70,2%. El rendimiento de la Electricidad disminuye por los rendimientos de esta Fuente en Calor Directo, Iluminación y Electroquímicos, principalmente. El rendimiento global del subsector

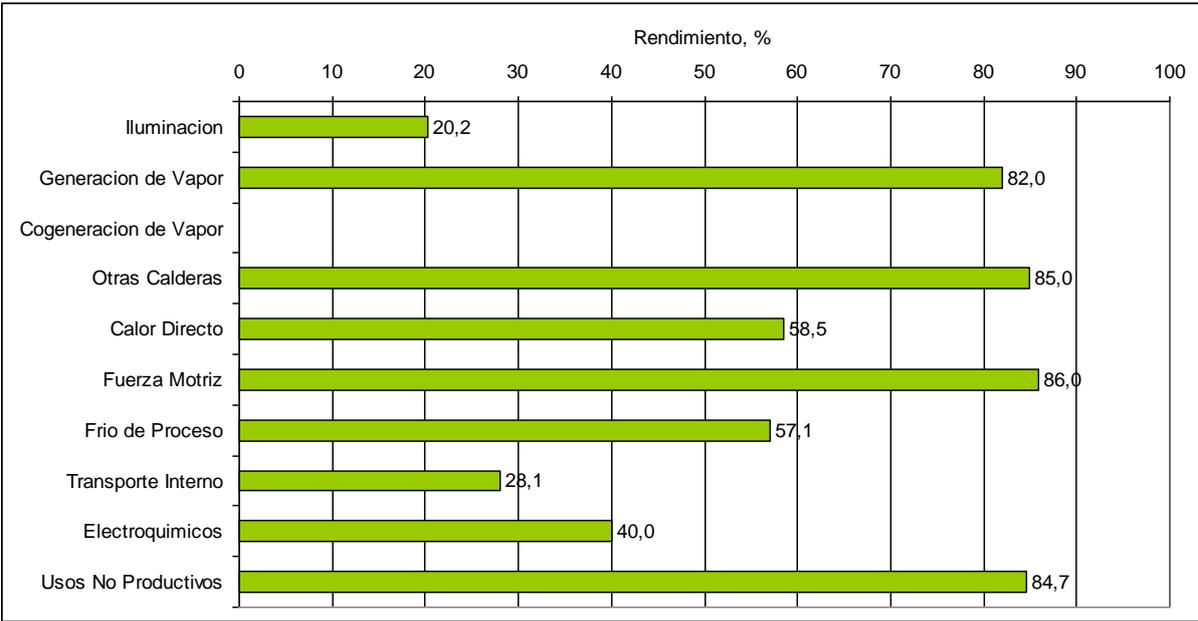
es relativamente bajo debido a la importancia de los Usos Calor Directo, Iluminación y Transporte Interno. El Gráfico 6.16.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Maquinarias y Equipos.

Gráfico 6.16.3
 Subsector: Maquinarias y Equipos
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %



El Gráfico 6.16.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos en el Subsector Maquinarias y Equipos.

Gráfico 6.16.4
 Subsector: Maquinarias y Equipos
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



Los Usos principales del subsector presentan los siguientes rendimientos: Fuerza Motriz 86,0%, Calor Directo 58,5%, Iluminación 20,2% y Transporte Interno 28,1%. Destacan los rendimientos de Otras Calderas 85,0% y Generación de Vapor 82,0%, sin embargo son los Usos de menor importancia en este subsector industrial.

En los cuadros 6.16.8 y 6.16.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Maquinaria y Equipos es de 1,0 kTep, que representan un ahorro de 9,9% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Calor Directo, con 0,45 kTep que representan el 45,6% de todo el potencial de ahorro en el subsector; el segundo ahorro importante está en el Uso Fuerza Motriz, con 0,3 kTep que representan el 29,6% del ahorro en el subsector y por último la Iluminación con 0,17 kTep que constituyen el 16,9% del potencial de ahorro del subsector Maquinaria y Equipos.

Cuadro 6.16.1
Subsector: Maquinaria y Equipos
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														745	745
Generación de Vapor											85				85
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		45			119	29					67				261
Calor Directo	30	449			39	39				327	167		54	1.077	2.182
Fuerza Motriz														5.082	5.082
Frío de Proceso														85	85
Transporte Interno					64		2,5			483				44	594
Electroquímicos														362	362
Usos No Productivos	128				44		9,7			23				280	485
Total	158	494			266	68	12,2			833	319		54	7.675	9.881

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Maquinaria y Equipos, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.16.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 81,1 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Maquinaria y Equipos, el 0,04% (2,8 Tep ó 32 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.16.2
Subsector: Maquinaria y Equipos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor											100,0				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		17,2			45,8	11,2					25,8				100
Calor Directo	1,4	20,6			1,8	1,8				15,0	7,6		2,5	49,4	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					10,8		0,4			81,4				7,4	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	26,4				9,1		2,0			4,8				57,7	100
Total	1,6	5,0			2,7	0,7	0,12			8,4	3,2		0,5	77,7	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.16.3
Subsector: Maquinaria y Equipos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														9,7	7,5
Generación de Vapor											26,8				0,9
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		9,1			44,9	42,5					21,1				2,6
Calor Directo	19,1	90,9			14,5	57,5				39,2	52,2		100,0	14,0	22,1
Fuerza Motriz														66,2	51,4
Frío de Proceso														1,1	0,9
Transporte Interno					24,1		20,4			58,0				0,6	6,0
Electroquímicos														4,7	3,7
Usos No Productivos	80,9				16,5		79,6			2,8				3,6	4,9
Total	100	100			100	100	100			100	100		100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.16.4
Subsector: Maquinaria y Equipos
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														151	151
Generación de Vapor											70				70
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		38			101	25					57				222
Calor Directo	15	180			22	24				149	76		19	791	1.276
Fuerza Motriz														4.369	4.369
Frío de Proceso														49	49
Transporte Interno					12		0,4			118				37	167
Electroquímicos														145	145
Usos No Productivos	96				31		1,7			17				264	410
Total	111	218			166	49	2,2			284	204		19	5.805	6.857

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.16.5
Subsector: Maquinaria y Equipos
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor											100,0				100
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		17,2			45,8	11,2					25,8				100
Calor Directo	1,2	14,1			1,7	1,9				11,6	6,0		1,5	62,0	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso														100,0	100
Transporte Interno					6,9		0,3			70,7				22,1	100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos	23,4				7,6		0,4			4,2				64,3	100
Total	1,6	3,2			2,4	0,7	0,03			4,1	3,0		0,3	84,7	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.16.6
Subsector: Maquinaria y Equipos
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														2,6	2,2
Generación de Vapor											34,4				1,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		17,5			61,2	50,7					28,1				3,2
Calor Directo	13,6	82,5			13,0	49,3				52,4	37,5		100,0	13,6	18,6
Fuerza Motriz														75,3	63,7
Frío de Proceso														0,8	0,7
Transporte Interno					7,0		20,4			41,5				0,6	2,4
Electroquímicos														2,5	2,1
Usos No Productivos	86,4				18,9		79,6			6,1				4,5	6,0
Total	100	100			100	100	100			100	100		100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.16.7
Subsector: Maquinaria y Equipos
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														20,2	20,2
Generación de Vapor											82,0				82,0
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		85,0			85,0	85,0					85,0				85,0
Calor Directo	50,0	40,0			56,0	61,3				45,5	45,9		35,0	73,5	58,5
Fuerza Motriz														86,0	86,0
Frío de Proceso														57,1	57,1
Transporte Interno					18,0		18,0			24,4				83,8	28,1
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos	75,0				71,3		18,0			75,0				94,3	84,7
Total	70,2	44,1			62,4	71,4	18,0			34,1	63,8		35,0	75,6	69,4

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.16.8
Subsector: Maquinaria y Equipos
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														166,3	166,3
Generación de Vapor											4,9				4,9
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		2,5			6,6	1,6					3,7				14,5
Calor Directo	7,5	154,7			7,9	6,2				95,0	47,9		21,6	105,4	446,2
Fuerza Motriz														289,6	289,6
Frío de Proceso														17,2	17,2
Transporte Interno					0,0		0,0			0,0				0,0	0,0
Electroquímicos														40,2	40,2
Usos No Productivos															
Total	7,5	157,2			14,5	7,8	0,0			95,0	56,5		21,6	618,7	979,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.16.9
Subsector: Maquinaria y Equipos
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														22,3	22,3
Generación de Vapor											5,7				5,7
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas		5,6			5,6	5,6					5,6				5,6
Calor Directo	24,8	34,4			20,5	15,7				29,1	28,8		39,9	9,8	20,4
Fuerza Motriz														5,7	5,7
Frío de Proceso														20,2	20,2
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,1	11,1
Usos No Productivos															
Total	4,7	31,8			5,5	11,4				11,4	17,7		39,9	8,1	9,9

Fuente: elaboración propia

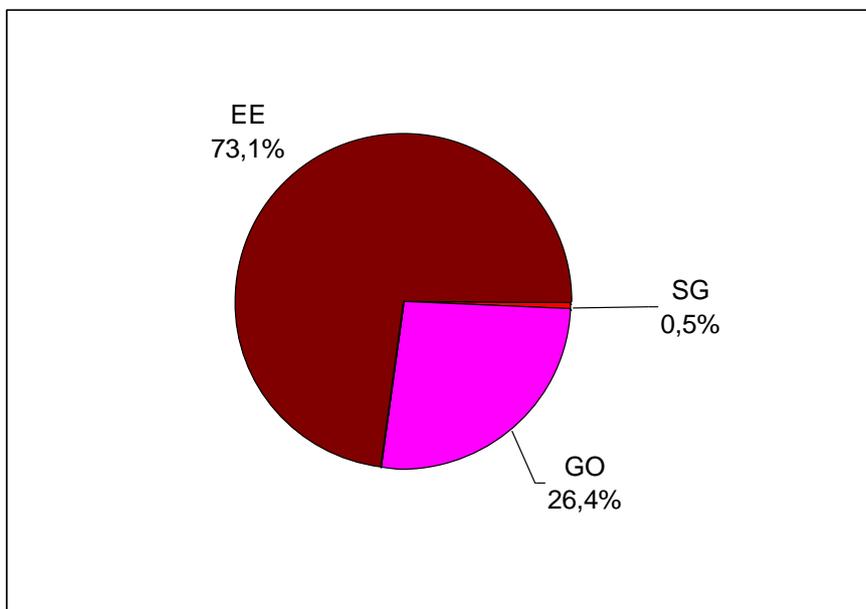
6.17 Otras Industrias Manufactureras

El Personal Ocupado de este subsector alcanza las 3.071 personas y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 1,1 kTep, representando un 0,2% del total del Sector Industrial y ocupando el penúltimo lugar entre los subsectores. El consumo por persona ocupada es de 0,364 Tep. El estrato MG no existe en este subsector, el estrato GMP concentra el 100% del consumo de Energía Neta del subsector.

La Energía Útil calculada para este subsector es de 0,7 kTep, representando el 0,17% del total del Sector Industrial, con lo cual el rendimiento de utilización total del Subsector es de un 61,8%, valor bastante bajo que posiciona a este subsector en el lugar número catorce en el Sector Industrial.

En el Cuadro 6.17.1 se puede apreciar el consumo de energía neta por Fuente y Uso. Destaca el consumo de Electricidad de 0,8 kTep, concentrándose en esta Fuente el 73,1% del consumo de Energía Neta del subsector. A continuación se encuentra el Gas Oil con 0,3 kTep y una participación del 26,4%. Estas dos Fuentes concentran el 99,5% del consumo del subsector. El Cuadro 6.17.2 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta de cada Uso. El Gráfico 6.17.1 muestra la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta del subsector Otras Manufactureras.

Gráfico 6.17.1
Subsector: Otras Manufactureras
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

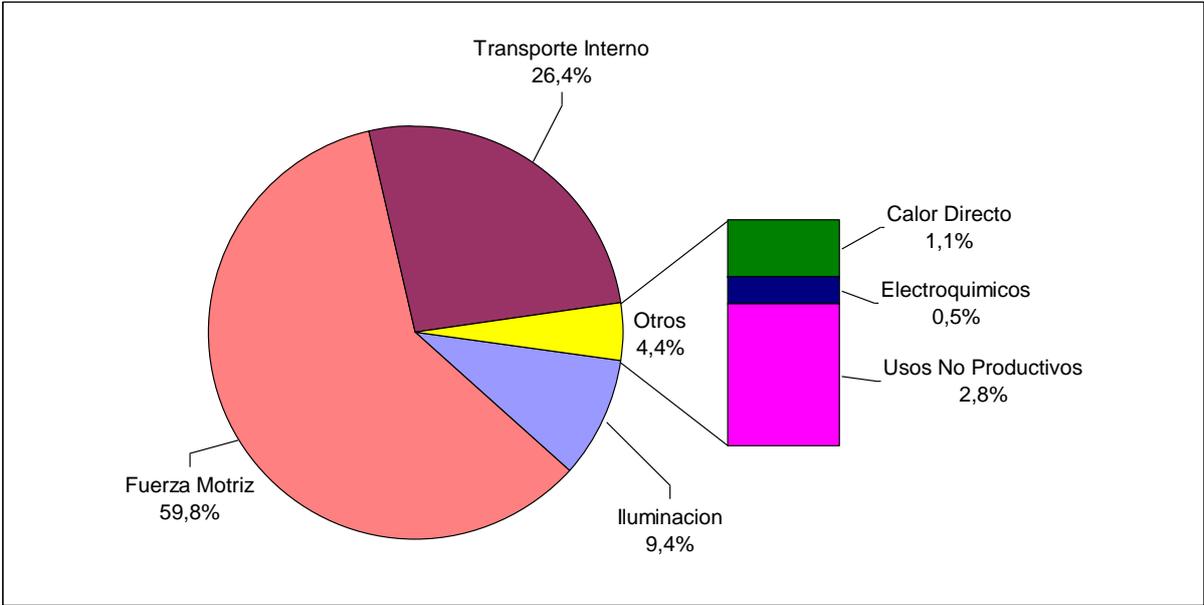


El único Uso donde hay “competencia” entre las Fuentes es Calor Directo, donde compiten la Electricidad (con un 79,2% de participación) y el Supergás (con 20,8%).

Entre los Usos prevalece la Fuerza Motriz con 0,67 kTep, representando el 59,8% del consumo del subsector, Transporte Interno con 0,3 kTep y una participación del 26,4% e Iluminación con 0,1 kTep que representan el 9,4% del consumo del subsector. Estos tres Usos concentran el 95,6% del consumo del subsector. Este hecho da cierto grado de

importancia en el subsector a la Iluminación y los Usos No Productivos. El Cuadro 6.17.3 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta de cada Fuente. El Gráfico 6.17.2 muestra la participación de los Usos en el consumo de Energía Neta del subsector Otras Manufactureras. En el subsector no están los Usos: Generación de Vapor, Cogeneración de Vapor, Otras Calderas y Frío de Proceso.

Gráfico 6.17.2
 Subsector: Otras Manufactureras
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
 Año 2006 – en %



En los Usos, destaca el hecho que la Fuerza Motriz concentra el 81,8% del consumo de Electricidad, el Transporte Interno el 100% del consumo de Gas Oil y los Usos No Productivos el 52,8 del consumo de Supergás, el 47,2% restante de Supergás se consume en Calor Directo.

En el Cuadro 6.17.4 se puede apreciar el consumo de Energía Útil por Fuente y Uso. Los cuadros 6.17.5 y 6.17.6 muestran la participación de las Fuentes en el consumo de Energía Útil y la participación de los Usos en Energía Útil. Las participaciones de las Fuentes en Energía Útil cambian respecto a las que tenían en Energía Neta debido a los rendimientos: la Electricidad tiene una participación de 89,2% y el Gas Oil 10,3%. En los Usos, a nivel de Energía Útil, las participaciones también cambian: Fuerza Motriz con 81,6% y Transporte Interno con 10,3%.

El Cuadro 6.17.7 presenta los rendimientos de utilización por Fuente y Uso, con un rendimiento medio del Subsector de 61,8%. La Electricidad presenta un 75,4% de rendimiento y el Gas Oil un 24%, siendo estos los principales responsables del rendimiento global del subsector. El Uso más importantes es la Fuerza Motriz (eléctrica), el que alcanza un rendimiento de 84,3%.

El Gráfico 6.17.3 ilustra el rendimiento de las Fuentes de Energía en el Subsector Otras Industrias Manufactureras. El Gráfico 6.17.4 muestra los rendimientos de utilización de los Usos.

Gráfico 6.17.3
 Subsector: Otras Manufactureras
Rendimientos de Utilización de las Fuentes de Energía
 Año 2006 – en %

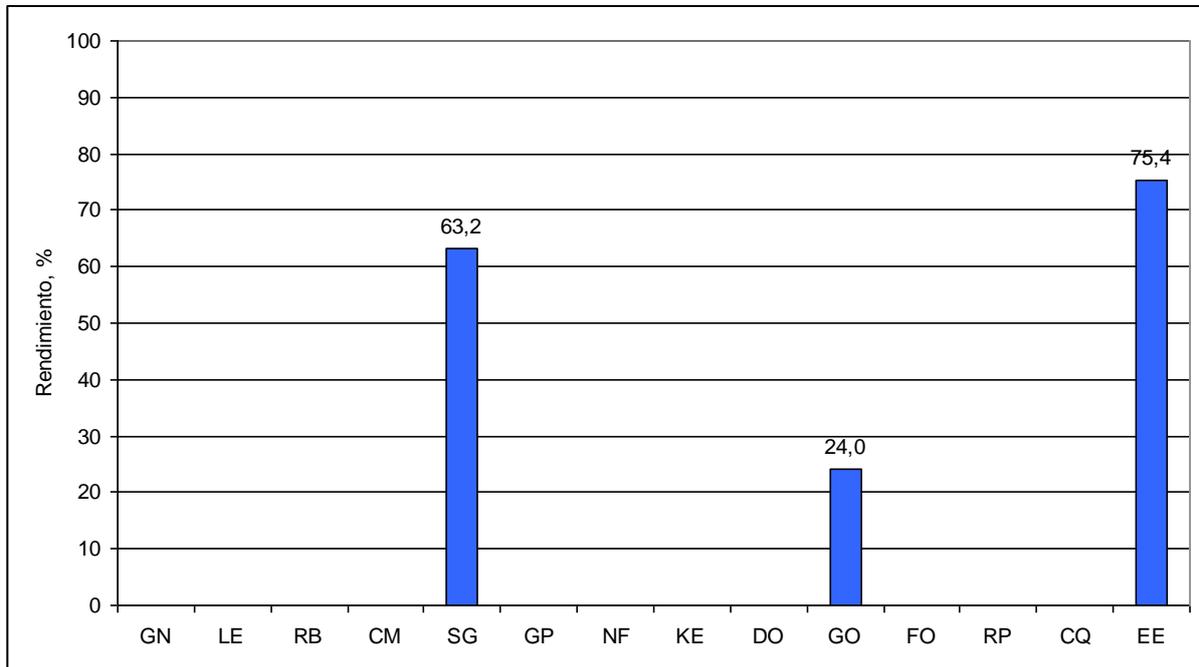
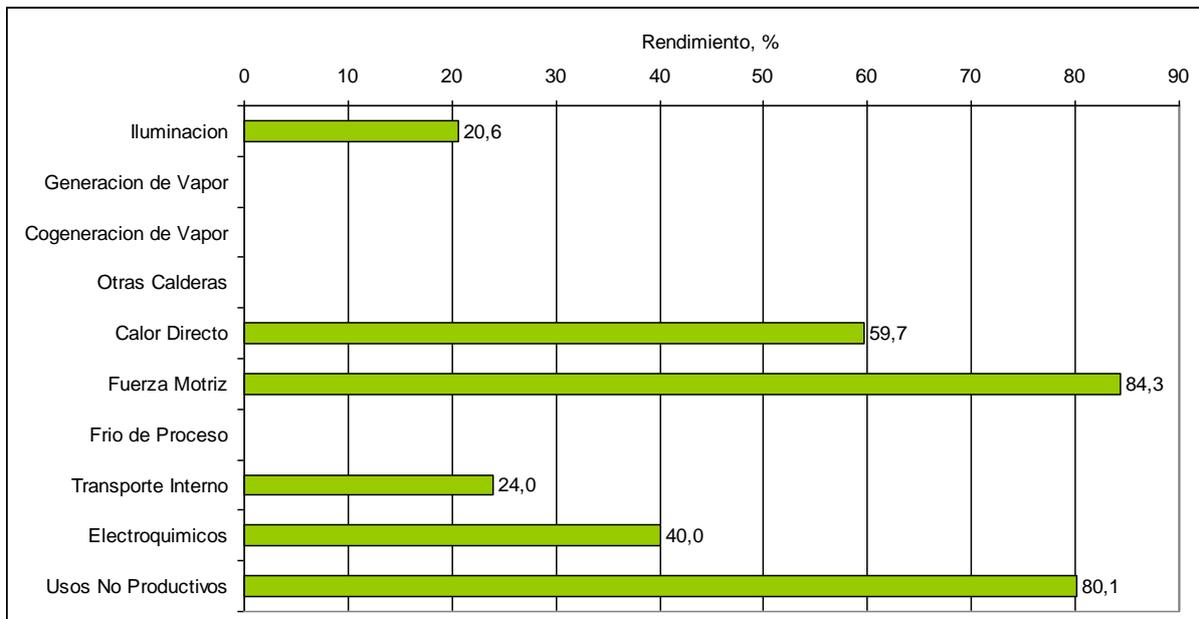


Gráfico 6.17.4
 Subsector: Otras Manufactureras
Rendimientos de Utilización de los Usos de Energía
 Año 2006 – en %



En los cuadros 6.17.8 y 6.17.9 se presenta el potencial de ahorro de Energía Neta estimado para el subsector, en Tep y porcentaje, respectivamente. El potencial de ahorro estimado para el subsector Otras Manufactureras es de 0,07 kTep que representan un ahorro de 5,9% de Energía Neta. El principal ahorro posible de obtener en este subsector está en el Uso Fuerza Motriz, con 0,04 kTep que representan el 64,6% de todo el potencial de ahorro en el subsector; el segundo ahorro importante está en el Uso Iluminación: 0,02 kTep que representan el 31,3% de todo el potencial de ahorro del subsector.

Cuadro 6.17.1
Subsector: Otras Manufactureras
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														104,6	104,6
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					2,6									9,8	12,4
Fuerza Motriz														668,2	668,2
Frío de Proceso															
Transporte Interno										295,1					295,1
Electroquímicos														6,1	6,1
Usos No Productivos					2,9									28,0	30,9
Total					5,5					295,1				816,8	1.117,4

Fuente: elaboración propia

Nota 1: El Queroseno (KE) no tiene un Uso energético en el subsector Otras Manufactureras, por ello no figuran cifras en el Cuadro 6.17.1 ni en los Cuadros y Gráficos siguientes de esta sección. El Queroseno sólo tiene un Uso No Energético con un consumo de 6,2 Tep.

Nota 2: De la Electricidad consumida en el subsector Otras Manufactureras, el 0,4% (3,0 Tep ó 35 MWh) proviene de autoproducción con grupos electrógenos.

Cuadro 6.17.2
Subsector: Otras Manufactureras
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					20,8									79,2	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos					9,3									90,7	100
Total					0,5					26,4				73,1	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.17.3
Subsector: Otras Manufactureras
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														12,8	9,4
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					47,2									1,2	1,1
Fuerza Motriz														81,8	59,8
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					26,4
Electroquímicos														0,7	0,5
Usos No Productivos					52,8									3,4	2,8
Total					100					100				100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.17.4
Subsector: Otras Manufactureras
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														21,6	21,6
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					1,3									6,1	7,4
Fuerza Motriz														563,2	563,2
Frío de Proceso															
Transporte Interno										70,8					70,8
Electroquímicos														2,4	2,4
Usos No Productivos					2,2									22,6	24,8
Total					3,5					70,8				615,9	690,2

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.17.5
Subsector: Otras Manufactureras
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														100,0	100
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					17,4									82,6	100
Fuerza Motriz														100,0	100
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					100
Electroquímicos														100,0	100
Usos No Productivos					8,7									91,3	100
Total					0,5					10,3				89,2	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.17.6
Subsector: Otras Manufactureras
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														3,5	3,1
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					37,4									1,0	1,1
Fuerza Motriz														91,4	81,6
Frío de Proceso															
Transporte Interno										100,0					10,3
Electroquímicos														0,4	0,4
Usos No Productivos					62,6									3,7	3,6
Total					100					100				100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.17.7
Subsector: Otras Manufactureras
Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														20,6	20,6
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					50,0									62,2	59,7
Fuerza Motriz														84,3	84,3
Frío de Proceso															
Transporte Interno										24,0					24,0
Electroquímicos														40,0	40,0
Usos No Productivos					75,0									80,7	80,1
Total					63,2					24,0				75,4	61,8

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.17.8
Subsector: Otras Manufactureras
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														20,7	20,7
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					0,6									1,5	2,1
Fuerza Motriz														42,7	42,7
Frío de Proceso															
Transporte Interno										0,0					0,0
Electroquímicos														0,7	0,7
Usos No Productivos															
Total					0,6					0,0				65,5	66,1

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.17.9
Subsector: Otras Manufactureras
Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en %

Usos	GN	LE	RB	CM	SG	GP	NF	KE	DO	GO	FO	RP	CQ	EE	Total
Iluminación														19,7	19,7
Generación de Vapor															
Cogeneración de Vapor															
Otras Calderas															
Calor Directo					24,8									15,0	17,1
Fuerza Motriz														6,4	6,4
Frío de Proceso															
Transporte Interno															
Electroquímicos														11,1	11,1
Usos No Productivos															
Total					11,7									8,0	5,9

Fuente: elaboración propia

7. Metodología de Actualización

Se presenta en este punto la metodología general para la actualización de los resultados de este estudio para los años posteriores al 2006.

El método supone la no variación de las relaciones estructurales del consumo energético en cada subsector industrial, obtenidas para el año 2006, las que sólo se modificarían apreciablemente en el largo plazo. Ello implica suponer que las principales características del consumo energético de la muestra relevada, dentro de un mismo módulo homogéneo, siguen siendo válidas. Estas características se resumen en los siguientes parámetros:

- Intensidad energética
- Estructura por usos del consumo energético
- Estructura por fuentes del consumo energético
- Rendimientos de utilización por fuentes y usos

Si bien, no se puede establecer a priori un plazo en el que será necesario volver a realizar las encuestas, se considera que este método de actualización tiene una validez razonable, atendiendo a la finalidad para la que se realizó este estudio, de unos 5 a 10 años, dependiendo de los cambios que ocurran en las pautas de consumo de energía del sector industrial. Será en definitiva el analista energético quien decida el momento para la realización de una nueva encuesta, condicionado a la disposición de fondos para ello.

Básicamente, la actualización se divide en dos etapas:

1. Nueva expansión de los resultados de la muestra al año de actualización
2. Ajuste de la nueva expansión al Balance Energético Nacional (BEN)

Los datos que se considera en esta metodología de actualización, son las matrices de consumo de energía neta y rendimientos de cada subsector y estratos MG y GMP del Anexo 1; ellas corresponden a los resultados de las muestras encuestadas expandidas al universo con el personal ocupado (PO) del año 2006 y ajustadas al BEN 2006.

7.1. Nueva Expansión de los Resultados de la Muestra

La metodología de expansión al año de actualización es la siguiente:

1. Se distinguen los estratos MG y GMP en cada subsector industrial
2. Se utiliza el PO del estrato MG y GMP para realizar la expansión
3. Se consultará directamente a las empresas MG su ocupación (personal ocupado, PO) en el año de actualización, lo ideal en el contexto del BEN para el año de actualización, con las consideraciones respectivas de personal temporal o zafral.
4. Se resta el PO de las MG al universo (INE) de PO para cada subsector, del año de actualización, a fin de obtener el universo de PO para el estrato GMP por subsector al año de actualización.

5. Se multiplican sucesivamente las matrices de consumo de energía neta subsectoriales MG y GMP de fuentes y usos por el factor $PO_{\text{año de actualización}}/PO_{\text{año 2006}}$ de cada subsector y estrato.
6. Luego, las matrices de consumo de energía neta subsectoriales MG y GMP de fuentes y usos, las resultantes del punto 5, se dividen por los Factores de Ajuste al BEN del año 2006 de cada fuente de energía, obteniéndose así los resultados expandidos al año de actualización (es una expansión en el año de actualización de la muestra encuestada el año 2006).
7. Se suman las matrices de consumo de energía neta de los estratos MG y GMP de cada subsector, obteniéndose el consumo de energía neta por fuente y uso, para cada subsector y luego para todo el sector industrial.

La actualización de las matrices de consumo de Energía Útil por fuentes y usos por subsector y estrato, conviene hacerla luego de realizar el ajuste al Balance Energético Nacional que se explica en el siguiente punto 7.2.

7.2. Ajuste al Balance Energético Nacional

Esta segunda etapa del proceso de actualización consiste en ajustar los resultados de la nueva expansión de las muestras al año de actualización, al Balance Energético Nacional (BEN) del año actualizado.

Los nuevos Factores de Ajuste al BEN para cada fuente consumida en el Sector Industrial, deben calcularse repitiendo el procedimiento detallado en el Capítulo 4, pero con los consumos sectoriales al año de actualización.

Los nuevos Factores de Ajuste deben aplicarse a las matrices de consumo de energía neta por fuentes y usos del sector industrial, obtenidas según lo indicado anteriormente en 7.1, concluyendo así el proceso de actualización.

La actualización del Consumo No Energético de combustibles (Cuadro 5.7.1), de los distintos Residuos de Biomasa (Cuadro 5.3.3) y de los consumos de Autoproducción (Cuadros 5.8.2.3 y 5.8.3.3), elaborados por subsectores y fuentes, deben realizarse dividiendo los cuadros respectivos por el PO y Factores de Ajuste del año 2006 y multiplicándolos por los factores de expansión y factores de ajuste al Balance Energético Nacional para el año de actualización.

El factor de ajuste al BEN 2006 para los residuos de Biomasa y Leña fue en el sector industrial 1,0. En autoproducción de electricidad sólo se ajustaron al BEN 2006 los consumos de energía neta, no la electricidad generada.