

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 DE OTROS SECTORES CAPÍTULO 1. AGROPECUARIO**

**Informe Final**

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

## 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

## INDICE

<b>1. Aspectos Metodológicos .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Diseño de la Muestra.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Relevamiento de la Información.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Expansión de los Resultados y Ajuste al Balance Energético Nacional .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Caracterización del Consumo de Energía Neta Total del Sector Agropecuario .....</b>	<b>13</b>
5.1. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos .....	13
5.2. Consumo de Energía Neta por Subsector y Fuente .....	18
5.3. Consumo de Energía Neta por Subsector y Uso.....	22
5.4. Consumo de Energía Neta por Fuente, Uso, Tipo de Equipo y Antigüedad .....	24
5.5. Autoproducción de Electricidad.....	27
5.6. Potencial de Ahorro Energético.....	28
5.7. Mercado Disputable Para los Procesos de Sustitución .....	34
<b>6. Consumo de Energía Neta y Útil por Subsector Agropecuario.....</b>	<b>36</b>
6.1. Fruticultura.....	36
6.2. Viticultura .....	41
6.3. Horticultura .....	46
6.4. Cerealeros e industriales .....	51
6.5. Arroz.....	56
6.6. Vacunos Leche .....	61
6.7. Vacunos Carne .....	66
6.8. Ovinos .....	71
6.9. Porcinos.....	76
6.10. Aves.....	81
6.11. Forestal.....	86
6.12. Cooperativas Agrícolas .....	91
<b>7. Metodología de Actualización .....</b>	<b>92</b>
7.1. Nueva Expansión de los Resultados de la Muestra .....	92
7.2. Ajuste al Balance Energético Nacional.....	93
<b>Anexo 1: Rendimientos de Utilización por Tipo de Equipo y Fuente .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 2: Factores de Conversión de Unidades a <math>kep</math> (<math>f_{cu_i \rightarrow kep}</math>) .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 5: Guía para El Procesamiento de la Encuesta Agropecuaria.....</b>	<b>98</b>

## 1. Aspectos Metodológicos

Para el estudio de los consumos de energía del sector Agropecuario de la República Oriental del Uruguay se clasificó el universo de explotaciones agropecuarias según el tipo de actividad desarrollada en éstas. Se establecieron los siguientes subsectores<sup>1</sup>:

1. Fruticultura
2. Viticultura
3. Horticultura
4. Cerealeros e Industriales
5. Arroz
6. Vacunos Leche
7. Vacunos Carne
8. Ovinos
9. Porcinos
10. Aves
11. Forestal
12. Cooperativas Agrícolas

Dicha clasificación se realizó teniendo en cuenta el rubro que proporcionó mayores ingresos a la explotación agropecuaria durante el año agrícola 2007, que corresponde al periodo desde Julio 2006 hasta Junio 2007.

En cuanto a los cultivos específicos dentro de cada subsector, se incluyeron los mismos que en el Censo General Agropecuario 2000 realizado por el Min. de Ganadería, Agricultura y Pesca de la República Oriental del Uruguay.

Posteriormente se estratificó cada subsector según el tamaño de la explotación, usando como parámetro la superficie cultivada total cuando esta es agrícola, y por la cantidad de cabezas de ganado o la producción de leche, cuando ésta es pecuaria. Los estratos que se definieron son: Muy Grande (MG, sólo para el subsector Fruticultura), Grande (G), Mediano (M) y Pequeño (P).

La caracterización del consumo de energía del sector Agropecuario, 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
- Conocer la relación entre el consumo de energía y la variable explicativa de dicho consumo (superficie plantada, cabezas de ganado 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

---

<sup>1</sup> Esta desagregación por subsectores se adoptó en forma conjunta con la DNETN, teniendo en cuenta el tipo de actividad y una estimación preliminar de la magnitud de los consumos de energía de cada subsector.

explotación 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, las horas anuales de utilización, consumos específicos y si el equipo es propio, arrendado con combustible o arrendado sin combustible (en tractores o máquinas móviles, por ejemplo), 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 rendimiento estimado, se obtiene la energía útil consumida en cada equipo y uso.

Para el sector Agropecuario, la unidad sobre la cual se capta la información es *la explotación*, la cual se define según la DIEA como:

*“La explotación agropecuaria es una unidad económica de producción agropecuaria con gerencia única. Comprende toda la tierra dedicada total o parcialmente a fines agrícolas, pecuarios y/o forestales, independientemente de la forma de tenencia, de la condición jurídica y de que las actividades productivas se realicen o no con fines comerciales. Una explotación puede tener sus tierras en una única fracción o no. Las parcelas separadas se consideran parte de una misma explotación siempre que estén bajo una misma gerencia y compartan los medios de producción”.*

Las principales fuentes energéticas consumidas en las explotaciones agropecuarias de la República Oriental del Uruguay son las siguientes:

1. LE: Leña
2. RB: Residuos de Biomasa
3. SO: Solar
4. EO: Eólica
5. SG: Supergás
6. NF: Nafta
7. KE: Queroseno
8. GO: Gas Oil
9. EE: Electricidad

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

1. Iluminación
2. Calor
3. Fuerza Motriz Móvil
4. Fuerza Motriz Fija
5. Frío de Proceso
6. Riego y Bombeo de Agua
7. Viviendas Colectivas

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 asuntos climáticos o constructivos de los recintos.

Calor (Secado, Calderas, Sistemas de Calefacción y Protección Climática): La generación de calor se orienta a diferentes procesos como calefacción de ambientes de trabajo, viveros, guarderías, zonas veterinarias etc. Se usa también en la medida que se requiera secar frutos, semillas entre otros, o para aplicar calor en las plantaciones a fin de disminuir o evitar daños debidos a las heladas o bajas bruscas de temperatura.

Fuerza Motriz (Móvil o Fija): La Fuerza Motriz Móvil corresponde principalmente a la maquinaria agrícola para el desarrollo de las labores: tractores, cosechadoras, fumigadoras,

etc. Se incluye en este punto el transporte interno, referido a todo lo relacionado con el desplazamiento de materiales o de productos dentro de la explotación. En este punto se releva la información de la maquinaria que se usa exclusivamente al interior de la explotación. La Fuerza Motriz Fija se refiere a motores estacionarios que accionan distinto tipo de maquinarias como sierras, molinos, ventiladores, cintas transportadoras, etc.

Frío de Proceso: Corresponde al conjunto de unidades que se requieren para mantener los productos ya sea congeladas o a temperaturas menores a las ambientes para efectos de conservar la calidad o por almacenarlas durante un periodo de tiempo dentro de las instalaciones o faenas agropecuarias.

Riego y Bombeo de Agua: El riego corresponde al desplazamiento de agua a través de tuberías, cañerías o mangueras a fin de mantener condiciones de humedad en los cultivos. El bombeo corresponde a elevar la energía de un fluido que normalmente es agua ya sea elevando la altura o aumentando su presión.

Viviendas Colectivas: consumos para usos residenciales que pueden ser casas de peones o que realizan actividades temporales, zafrales o permanentes, con la finalidad de ejecutar actividades puntuales dentro de la explotación. Entre los consumos pueden considerarse cocinas, calefacción, iluminación, recreación (televisión, radio), entre otros.

Además, la información a relevar incluye la autoproducción de Electricidad, tanto en la electricidad generada como en el consumo de fuentes utilizadas para la generación de esta Electricidad.

La Electricidad autoproducida se suma a la comprada de la red pública, en el caso que ésta exista para la explotación, y luego es asignada a los diferentes usos dentro de ésta, pero el consumo de combustibles o de renovables no se computa como uso final agropecuario, 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

Con la finalidad de definir un universo de referencia para el diseño de las muestras en este sector se recurrió al último Censo General Agropecuario 2000, llevado adelante por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

A partir de dicho censo se clasificaron las diferentes explotaciones teniendo en cuenta el rubro (actividad de producción) de mayor ingreso.

La actividad de las Cooperativas Agrícolas no fue relevada en el Censo 2000. No se dispuso de un marco muestral para ellas, por lo que se decidió considerar sólo sus consumos de Leña, la principal fuente consumida. Estas Cooperativas no están incluidas en el presente diseño muestral.

Una parte importante de las explotaciones agropecuarias desarrollan otros rubros, además del que representa la principal fuente de ingresos, los que tienen participaciones significativas en la superficie cultivada total y poseen explotación ganadera y/o forestal de cierta importancia. Ello incide naturalmente en el consumo de energía de la explotación en relación a si fuera un único tipo de explotación (especializada).

Con el fin de poder caracterizar más fielmente los consumos de energía en relación a la actividad de cada uno de los subsectores mencionados precedentemente, y teniendo en cuenta la expansión de los resultados<sup>2</sup>, se procedió a depurar cada subuniverso de aquellas explotaciones con dos o más rubros importantes, quedando como marco muestral sólo aquellas más especializadas.

El criterio general fue considerar como especializadas aquellas explotaciones agrícolas y forestales que tuvieran más del 60-70% de la superficie con el cultivo o especie principal y no tuvieran grandes existencias de ganado. Para el caso de los subsectores pecuarios, se consideraron como especializadas aquellas explotaciones que tuvieran relativamente pocas existencias de otros tipos de ganado que no fueran el principal y que no tuvieran superficies agrícolas y/o forestales de gran extensión a excepción de los cultivos para la alimentación del ganado como las forrajeras o praderas artificiales.

De este modo, el universo de explotaciones tomado como referencia para la selección de las muestras, quedó particionado por actividades y por estratos de tamaño tal como se indica en el Cuadro 2.1.

---

<sup>2</sup> Las estadísticas sobre superficie cultivada y existencias ganaderas presentan el total por tipo de cultivo o animal sin considerar si son explotaciones mixtas o especializadas.

Cuadro 2.1  
**Subuniversos de referencia en el sector Agropecuario para la selección  
de las muestras**  
N° de explotaciones

Actividad	Estratos de tamaño				Total
	MG	G	M	P	
Fruticultura	12	37	124	605	778
Viticultura	0	28	47	497	572
Horticultura	0	35	118	2.534	2.687
Cereales y Oleaginosas	0	34	88	700	822
Arroz	0	88	159	73	320
Vacunos Leche	0	202	1.841	3.727	5.770
Vacunos Carne	0	463	7.577	18.966	27.006
Ovinos	0	40	477	1.782	2.299
Porcinos	0	171	185	534	890
Aves	0	7	78	389	474
Forestal	0	131	212	611	954
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>1.236</b>	<b>10.906</b>	<b>30.418</b>	<b>42.572</b>

Referencias: MG = Muy Grandes; G = Grandes; M = Medianas; P = Pequeñas  
Fuente: elaborado en base a información del Censo General Agropecuario 2000.

Por supuesto, los criterios utilizados para definir los estratos de tamaño son necesariamente diferentes ya que dependen de la naturaleza de la actividad. Los correspondientes a los cultivos agrarios y a la actividad forestal se definieron en función de la superficie cultivada y para las actividades pecuaria y avícola se realizó en términos de las cabezas con que contaba cada explotación; para vacunos leche se utilizó la producción de leche.

Puesto que la información recibida del Censo está presentada por rangos (intervalos) de tamaño, las variables utilizadas para el diseño de las muestras debieron ser definidas como el valor medio de cada intervalo. Los límites considerados en cada subuniverso fueron los siguientes, considerando la superficie total cultivada en las explotaciones agrícolas y forestales especializadas:

	<i>Grandes</i>	<i>Medianas</i>	<i>Pequeñas</i>
1. Fruticultura (ha) <sup>3</sup>	más de 80	30 a 80	menos de 30
2. Viticultura (ha)	más de 40	20 a 40	menos de 20
3. Horticultura (ha)	más de 50	20 a 50	menos de 20
4. Cerealeros e Ind. (ha)	más de 800	300 a 800	menos de 300
5. Arroz (ha)	más de 400	100 a 400	menos de 100
6. Vacunos Leche (miles lt.)	más de 1.000 <sup>4</sup>	170 a 1.000	menos de 170
7. Vacunos Carne (cab.)	más de 1.500 <sup>5</sup>	300 a 1.500	menos de 300
8. Ovinos (cab.)	más de 2.000	1.000 a 2.000	menos de 1.000
10. Porcinos (cab.)	más de 100	50 a 100	menos de 50
10. Aves (miles de aves)	más de 150	20 a 150	menos de 20
11. Forestal (ha)	más de 1.000	100 a 1.000	menos de 100

<sup>3</sup> Las explotaciones Muy Grandes son la mayores de 700 hectáreas.

<sup>4</sup> Se agregaron algunas explotaciones con producción de 750.000 lt. para que la varianza no fuera nula.

<sup>5</sup> Se agregaron algunas explotaciones de 1.500 cabezas para que la varianza no fuera nula.

## Diseño de las muestras y determinación de los tamaños

En primer lugar se decidió la inclusión forzosa de las 7 explotaciones Grandes de la actividad avícola debido a la ruptura (muchacha diferencia) con las restantes. Con relación al resto de se aplicó el esquema de muestreo aleatorio estratificado.

Es decir que, 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 subuniverso

$N_h$ : Tamaño de estrato  $h$  en el subuniverso

$S_h^2$ : 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 TdR 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 subuniverso)

$\bar{x}_h$ : Media muestral del estrato  $h$  del subuniverso

$\bar{X}$ : Media poblacional

$n_h$ : Tamaño de la muestra en el estrato  $h$  del subuniverso

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

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

Utilizando estos criterios metodológicos, resultaron los tamaños de muestra, para cada subuniverso y para cada estrato de los mismos, que se detallan en el Cuadro 2.2

Cuadro 2.2  
**Tamaños de las muestras en el sector Agropecuario**

Ramas	MG	G	M	P	Total
1. Fruticultura	2	5	2	5	14
2. Viticultura	0	4	2	16	22
3. Horticultura	0	3	3	30	36
4. Cerealeros e Industriales	0	8	21	12	41
5. Arroz	0	2	6	1	9
6. Vacunos Leche	0	5	26	8	39
7. Vacunos Carne	0	4	23	7	34
8. Ovinos	0	4	12	13	29
9. Porcinos	0	11	1	1	13
10. Aves	0	7	11	14	32
11. Forestal	0	17	4	10	31
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>70</b>	<b>111</b>	<b>117</b>	<b>300</b>

Fuente: elaboración propia.

Los tamaños totales de las muestras en cada subuniverso se establecieron sobre la base de una confiabilidad del 95%, tal como se exigía en los Términos de Referencia del Proyecto, y grados de precisión aceptables. Estos errores se definieron, por una parte, considerando la restricción presupuestaria y, por otra, teniendo en cuenta que el sector tiene una participación relativamente menor en el consumo final total de energía<sup>6</sup>.

En cuanto a la precisión de las estimaciones debe remarcarse el hecho de que, debido a la forma de construir las variables que se utilizaron en el diseño (punto medio de los intervalos consignados en la información provista del Censo), es muy probable que las varianzas utilizadas en el diseño estén sobreestimadas. Por lo tanto, los errores reales de muestreo serán significativamente inferiores a los que se consignan en el Cuadro 2.3 .

Cuadro 2.3  
**Errores en el muestreo del sector Agropecuario<sup>7</sup>**

Actividad	% de error
Fruticultura	20
Viticultura	20
Horticultura	20
Cerealeros e Industriales	8
Arroz	12
Vacunos Leche	15
Vacunos Carne	18
Ovinos	15
Porcinos	25
Aves	12
Forestal	5

Fuente: elaboración propia.

<sup>6</sup> Según el BEN 2005, el sector Agropecuario y Pesca representó el 8,5% del consumo final de energía neta.

<sup>7</sup> Como porcentaje de las respectivas medias de los correspondientes subuniversos.

### 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 el sector Agropecuario 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.
  - Re-contacto de los encuestados 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.
  - 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, 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.

En parte importante de estas tareas (diseño de cuestionarios, del manual del encuestador y de los instructivos), el consultor contó con la colaboración activa de la DNETN.

- d) Previo a la capacitación de encuestadores y supervisores, el diseño de los cuestionarios para las explotaciones agropecuarias fue consensuado con el equipo de contraparte de la DNETN.

- e) La capacitación de encuestadores y supervisores se realizó en una jornada de aproximadamente 6 horas de duración.
- f) La prueba piloto del cuestionario fue realizada por personal experimentado de la empresa encuestadora a 5 establecimientos seleccionados de la muestra y no se detectaron correcciones de importancia a realizar en el cuestionario.
- g) Un problema importante durante el desarrollo del trabajo de campo fue la localización de las explotaciones. Para la identificación geográfica de las mismas se partió de las direcciones y referencias indicadas en la base de datos del Censo Agropecuario 2000. Los cambios de propietarios y de actividad ocurridos en el sector desde el Censo al momento de realizarse la encuesta fueron los motivos que dificultaron la localización de las explotaciones.
- h) La digitación de la información relevada no presentó inconvenientes por parte de los encuestadores.
- i) La programación para el ingreso de datos y el procesamiento de las encuestas consideró una interfaz de digitación Excel, desarrollada a partir del mismo cuestionario Excel, lo que hizo que la digitación fuese muy simple; un programa Visual Basic y base de datos Access. El programa Visual Basic carga las encuestas Excel en la base de datos, luego realiza los cálculos y ajustes para el cierre de las encuestas (cuadratura entre compras de energéticos y consumos de energía de todos los equipos); almacenando los resultados (tablas de fuentes y usos de energía neta y útil) en la base de datos.
- j) Se realizaron efectivamente un total de 335 encuestas para todo el sector y de ellas se validaron 325.
- k) Se detectó una pequeña cantidad de encuestas (10) con ciertos inconvenientes a la hora de ser procesadas. De dichas encuestas 5 hubo que reclasificarlas, pues el muestreo (basándose en datos del año 2000) indicaba la pertenencia a cierto sector, y de aquél año a la fecha el rubro fue cambiado, no detectándose este error en algún sector en particular. Las encuestas restantes se eliminaron debido a que, del año 2000 a la fecha, la actividad productiva fue reducida sólo a consumo propio debido a crisis recientes del país, o por razones de fuerza mayor que concluyeron con el cese de la actividad.
- l) En cuanto al subsector Arroz, no fue posible encuestar ninguna explotación perteneciente al estrato de tamaño Grande. Si bien es posible que la no incorporación de estas encuestas en el estudio cambie levemente los resultados, la variación contemplada en el error se encuentra dentro del rango aceptable.
- m) Los resultados en cuanto a cantidad de encuestas realizadas y validadas, incluyendo la reclasificación de ramas y subsectores y el error resultante por rama, se presenta en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1  
**Muestra relevada y error resultante**

Subsector	MG	G	M	P	Total	Error (%)
Fruticultura	5	3	11	7	26	13
Viticultura		10	7	7	24	20
Horticultura		9	5	16	30	22
Cerealeros e industriales		19	25	11	55	7
Arroz			9	3	12	10
Vacunos leche		6	21	5	32	17
Vacunos carne		10	23	11	44	16
Ovinos		2	12	12	26	16
Porcinos		5	3	4	12	26
Aves		4	13	14	31	12
Forestal		22	1	9	32	5
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>90</b>	<b>130</b>	<b>99</b>	<b>324</b>	

Fuente: elaboración propia.

- n) En las Cooperativas Agrícolas, el operativo de las encuestas fue independiente del resto de los subsectores al no tener un marco muestral apropiado. Se hizo un relevamiento a través de las federaciones y cámaras del sector y se pudo identificar a la totalidad de cooperativas que realizaban secado de granos, que son las que tienen consumos de energía de cierta significación.

Se encuestaron un total de 28 cooperativas donde están incluidas la totalidad que tienen consumos importantes en secado de granos. A partir de la información relevada se pudo constatar que la fuente consumida para el secado de granos es exclusivamente Leña, siendo los consumos de otras fuentes para las actividades auxiliares (Electricidad, Supergás, Gas Oil y Nafta) de muy poca significación.

Atento a ello y a los problemas para la expansión, al no disponer de un marco muestral, se decidió considerar únicamente los consumos de Leña, los cuales no es necesario expandir al estar relevados todos los establecimientos con consumos importantes.

#### 4. Expansión de los Resultados y Ajuste al Balance Energético Nacional

Dadas las diferentes actividades realizadas en las explotaciones agropecuarias, dependiendo de los distintos subsectores, los criterios utilizados para definir los factores de expansión de la muestra son necesariamente diferentes. Los correspondientes a los cultivos agrarios se definieron en función de la superficie total, y para las actividades pecuarias y avícolas se realizó en términos de las cabezas con que contaba cada explotación.

Caso particular es el subsector Vacunos Leche, la expansión se hizo en base a la cantidad de leche producida. En algunas explotaciones agropecuarias no se pudo obtener esta información, ya que el producto final son quesos y no leche, o porque simplemente no llevan el registro. Para estos casos se estimó con la información de las cabezas de ganado de la explotación y los litros de leche por cabeza de las explotaciones que sí tenían la información.

Para el caso del subsector Vacunos Carne, se estimó que la variable de expansión que se ajusta mejor para el sector son las hectáreas cultivadas para forraje, destinado a la alimentación de los vacunos, más que el número de vacunos en sí, pues el expandir mediante las superficies permite tener una mejor aproximación a lo que son los consumos energéticos de la explotación agropecuaria, cuya principal fuente es el Gas Oil.

Para el caso del subsector Forestal, la expansión se hizo considerando la suma de las superficies forestales plantadas y cortadas durante el 2006, ponderadas por sus correspondientes consumos específicos de Gas Oil por há por cada actividad (20 lt/ha para siembra y 365,7 lt/ha para corte).

En el Cuadro 4.1 se presentan los valores de la muestra encuestada, del sub-universo o subsector y el correspondiente Factor de Expansión (FE).

Cuadro 4.1  
**Factores de expansión del sector Agropecuario**

Subsector	Superficie Cultivada, Cabezas o lt. de Leche		Unidad de Medida	FE
	Subuniverso	Muestra		
Fruticultura	24.201	2.422	Há	<b>9,994</b>
Viticultura	8.652	692	Há	<b>12,498</b>
Horticultura	20.547	584	Há	<b>35,153</b>
Cerealeros e industriales	830.400	21.196	Há	<b>39,177</b>
Arroz	145.375	2.067	Há	<b>70,331</b>
Vacunos leche	1.576	16,76	Millones de lt.	<b>94,013</b>
Vacunos carne	430.000	6.283	Há	<b>68,439</b>
Ovinos	10.323.000	19.463	Cabezas	<b>530,391</b>
Porcinos	245.000	2.643	Cabezas	<b>92,698</b>
Aves	28.090.808	851.620	Cabezas	<b>32,985</b>
Forestal	12.007.143	794.156	Há	<b>15,119</b>

Fuente: elaborado a partir de información del DIEA y de la información relevada en el encuesta.

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.

Para el Sector Agropecuario, se obtienen los FA como se detalla a continuación:

Leña:

FA = 1, ya no se dispone de estadística registrada sobre los consumos de esta fuente.

Residuos de Biomasa:

FA = 1, ya no se dispone de estadística registrada sobre los consumos de esta fuente.

Energía Solar:

FA = 1, ya es una fuente renovable y no se dispone de estadística registrada sobre los consumos de esta fuente.

Energía Eólica:

FA = 1, ya es una fuente renovable y no se dispone de estadística registrada sobre los consumos de esta fuente.

Supergás, Nafta, Queroseno y Gas Oil:

FA = (consumo nacional final No Energético + consumo nacional final Energético) del BEN / (consumo nacional en Centrales Eléctricas de Autoproducción + consumo nacional final No Energético + consumo nacional final Energético) de las muestras expandidas de todos los sectores.

Electricidad:

FA = ((consumo agro/pesca Energético) del BEN) – (consumo pesca Energético) de la muestras expandidas / (consumo agropecuario Energético + consumo minería Energético<sup>8</sup>) de las muestras expandidas

En el Cuadro 4.2 se presentan los Factores de Ajuste a aplicar a cada fuente del sector Agropecuario.

Cuadro 4.2  
Sector Agropecuario  
**Factores de Ajuste al Balance Energético**  
Año 2006

Fuente	Factor de Ajuste
Leña	1,000
Residuos de Biomasa	1,000
Energía Solar	1,000
Energía Eólica	1,000
Supergás	0,601
Nafta	1,022
Queroseno	1,612
Gas Oil	0,921
Electricidad	1,204

Fuente: elaboración propia.

<sup>8</sup> La incorporación del consumo eléctrico del sector minería obedece a que lo que aparece en el ítem agro/pesca en el BEN, también incluye según UTE, los consumos del sector minería.

## 5. Caracterización del Consumo de Energía Neta Total del Sector Agropecuario

Para la totalidad del Sector Agropecuario, se analizará la estructura del consumo energético por fuentes y usos, tanto en Energía Neta como en Energía Útil, los rendimientos de utilización de cada fuente y uso, la participación de los usos en el consumo de las distintas fuentes y de las fuentes en el uso. Adicionalmente se incluye la importancia relativa de las fuentes y usos por subsectores.

### 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 para el Sector Agropecuario es de 153,1 kTep, siendo las principales fuentes el Gas Oil, con 94,8 kTep, la Leña con 29,5 kTep, y la Electricidad con 19,6 kTep.

Al nivel de los usos, destacan la Fuerza Motriz Móvil con 92,4 kTep, el Calor con 26,7 kTep, el Riego y Bombeo con 13,5 kTep y las Viviendas Colectivas con 8,3 kTep.

Cuadro 5.1.1  
Total Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									2.354	<b>2.354</b>
Calor	23.604		1.659		1.245		142	80	6	<b>26.736</b>
Fuerza Motriz Móvil					14	93	4	92.263		<b>92.374</b>
Fuerza Motriz Fija						1.173		158	1.198	<b>2.529</b>
Frío de Proceso									7.332	<b>7.332</b>
Riego y Bombeo				3.426		205		2.322	7.508	<b>13.461</b>
Viviendas Colectivas	5.928	5			905		208		1.237	<b>8.282</b>
<b>Total</b>	<b>29.532</b>	<b>5</b>	<b>1.659</b>	<b>3.426</b>	<b>2.164</b>	<b>1.471</b>	<b>354</b>	<b>94.823</b>	<b>19.636</b>	<b>153.068</b>

Fuente: elaboración propia

Nota: La energía eólica calculada para Riego y Bombeo corresponde a la Energía Cinética incidente del viento, para lo cual se utilizó un rendimiento promedio de un 15% para este tipo de bombas, valor utilizado para los cálculos del BEN.

De acuerdo al Cuadro 5.1.2, en el abastecimiento de los usos finales se destaca la participación del Gas Oil (61,9%), la Leña (19,3%) y la Electricidad (12,8%), lo cual se puede visualizar en el Gráfico 5.1.1.

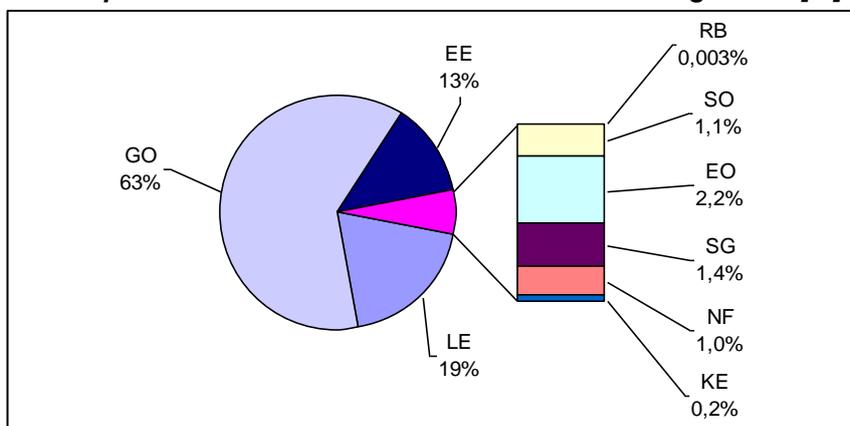
Cuadro 5.1.2  
Total Agropecuario  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	<b>100,0</b>
Calor	88,3		6,2		4,7		0,5	0,3	0,0	<b>100,0</b>
Fuerza Motriz Móvil					0,0	0,1	0,0	99,9		<b>100,0</b>
Fuerza Motriz Fija						46,4		6,3	47,4	<b>100,0</b>
Frío de Proceso									100,0	<b>100,0</b>
Riego y Bombeo				25,5		1,5		17,3	55,8	<b>100,0</b>
Viviendas Colectivas	71,6	0,1			10,9		2,5		14,9	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>19,3</b>	<b>0,0</b>	<b>1,1</b>	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,2</b>	<b>61,9</b>	<b>12,8</b>	<b>100,0</b>

Fuente: elaboración propia

Para el caso de las viviendas colectivas, la aparente 'competencia' de las fuentes se debe a la variedad de artefactos existentes dentro de estas viviendas, los cuales pueden ser eléctricos (calefón, heladera, lámparas, etc.); leña (cocina y estufas); queroseno (lámparas) y supergás (cocina y calefón).

Gráfico 5.1.1  
Total Agropecuario  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: elaboración propia

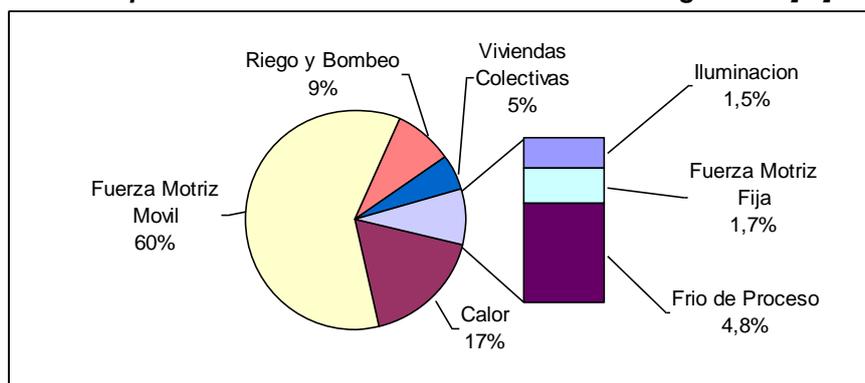
A su vez, de acuerdo al Cuadro 5.1.3, al nivel de la Energía Neta, destacan en el consumo de las distintas fuentes, los usos Fuerza Motriz Móvil (60,3%) y Calor (17,5%), lo que se puede visualizar en el Gráfico 5.1.2.

Cuadro 5.1.3  
Total Agropecuario  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									12,0	<b>1,5</b>
<b>Calor</b>	79,9		100,0		57,6		40,2	0,1	0,0	<b>17,5</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>					0,6	6,3	1,2	97,3		<b>60,3</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						79,8		0,2	6,1	<b>1,7</b>
<b>Frío de Proceso</b>									37,3	<b>4,8</b>
<b>Riego y Bombeo</b>				100,0		13,9		2,4	38,2	<b>8,8</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>	20,1	100,0			41,8		58,6		6,3	<b>5,4</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>									

Fuente: elaboración propia

Gráfico 5.1.2  
Total Agropecuario  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 5.1.4, se presenta el consumo de Energía Útil del sector Agropecuario, el cual es de 53,0 kTep, lo que supone un rendimiento medio del sector del 34,6%. Entre las fuentes se destacan el Gas Oil, con 25,9 kTep, la Leña con 11,9 kTep, y la Electricidad con 13,1 kTep.

Cuadro 5.1.4  
Total Agropecuario  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									358	<b>358</b>
<b>Calor</b>	11.030		299		623		71	40	6	<b>12.068</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>					2	17	1	25.097		<b>25.117</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						211		44	998	<b>1.254</b>
<b>Frío de Proceso</b>									3.936	<b>3.936</b>
<b>Riego y Bombeo</b>				514		37		681	6.772	<b>8.004</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>	855	1			340		10		1.012	<b>2.218</b>
<b>Total</b>	<b>11.885</b>	<b>1</b>	<b>299</b>	<b>514</b>	<b>965</b>	<b>265</b>	<b>81</b>	<b>25.862</b>	<b>13.082</b>	<b>52.954</b>

Fuente: elaboración propia

Al nivel de los usos, destacan la Fuerza Motriz Móvil con 25,1 kTep, el Calor con 12,1 kTep, el Riego y Bombeo con 8,0 kTep y el Frío de Proceso con 3,9 kTep.

De acuerdo al Cuadro 5.1.5, en el abastecimiento de los usos finales, se puede apreciar que el bajo rendimiento del Gas Oil en sus respectivos usos, hacen que éste pierda importancia relativa al nivel de la Energía Útil, pasando de 61,9% de participación al nivel de Energía Neta, a 48,8% de participación al nivel de Energía Útil. La Electricidad tiene una participación relativa de 24,7%, y la Leña 22,4%.

Cuadro 5.1.5  
Total Agropecuario  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	91,4		2,5		5,2		0,6	0,3	0,0	100,0
Fuerza Motriz Móvil					0,0	0,1	0,0	99,9		100,0
Fuerza Motriz Fija						16,8		3,5	79,6	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				6,4		0,5		8,5	84,6	100,0
Viviendas Colectivas	38,5	0,1			15,3		0,4		45,6	100,0
<b>Total</b>	<b>22,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>48,8</b>	<b>24,7</b>	<b>100,0</b>

Fuente: elaboración propia

Los principales usos donde hay competencia entre las fuentes son: Fuerza Motriz Fija y Riego y Bombeo. En el primero, predomina el uso de Electricidad, por sobre la Nafta y el Gas Oil con un 79,6%, 16,8% y 3,5% respectivamente. En el segundo, la Electricidad predomina por sobre el Gas Oil, la Energía Eólica y la Nafta (84,6%, 8,5%, 6,4% y 0,5%, respectivamente). La alta participación de la Electricidad en la Energía Útil se debe al alto rendimiento que tiene ésta en sus usos, pues a nivel de Energía Neta su participación disminuye considerablemente, siendo superada por las fuentes combustibles.

Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación<sup>9</sup> y Frío de Proceso, mientras que el Gas Oil prácticamente no tiene competencia en Fuerza Motriz Móvil (99,9%), y la Leña en Calor (91,4%).

A su vez, de acuerdo al Cuadro 5.1.6, al nivel de la Energía Útil, destacan en el consumo de las distintas fuentes los usos Fuerza Motriz Móvil (47,4%), Calor (22,8%) y Riego y Bombeo (15,1%).

Cuadro 5.1.6  
Total Agropecuario  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									2,7	0,7
Calor	92,8		100,0		64,5		87,4	0,2	0,0	22,8
Fuerza Motriz Móvil					0,3	6,3	1,0	97,0		47,4
Fuerza Motriz Fija						79,8		0,2	7,6	2,4
Frío de Proceso									30,1	7,4
Riego y Bombeo				100,0		13,9		2,6	51,8	15,1
Viviendas Colectivas	7,2	100,0			35,2		11,7		7,7	4,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>									

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el Cuadro 5.1.7, el rendimiento medio del sector Agropecuario es del 34,6%, siendo las fuentes que logran un mayor rendimiento, en sus usos respectivos, la Electricidad (66,6%), el Supergás (44,6%), y la Leña (40,2%).

A nivel de los principales usos destacan el rendimiento de Riego y Bombeo (59,5%), Frío de Proceso (53,7%) y Fuerza Motriz Fija (49,6%).

<sup>9</sup> Aunque el uso de Queroseno en Viviendas Colectivas refleja un pequeño uso de este combustible como fuente para iluminación.

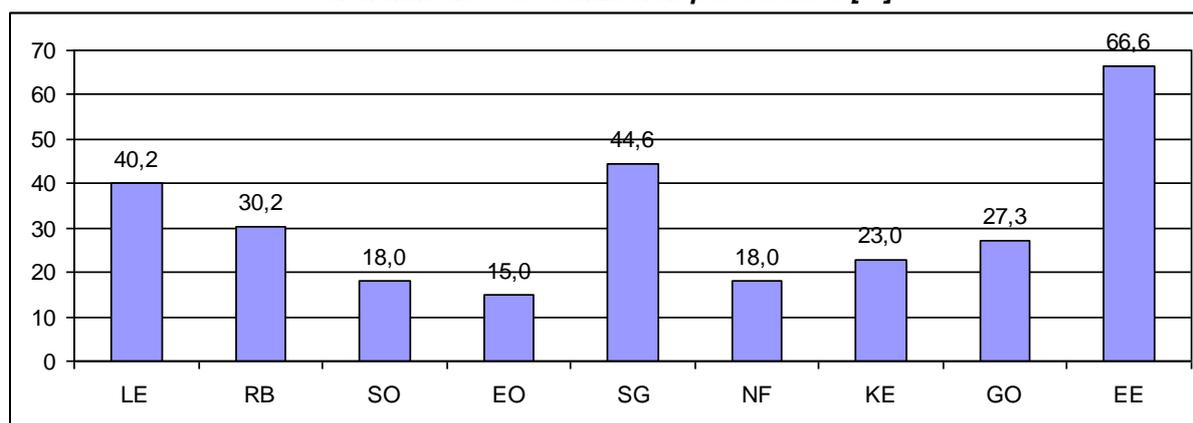
Cuadro 5.1.7  
Total Agropecuario  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									15,2	15,2
Calor	46,7		18,0		50,0		50,0	50,0	95,0	45,1
Fuerza Motriz Móvil					18,0	18,0	18,0	27,2		27,2
Fuerza Motriz Fija						18,0		28,0	83,3	49,6
Frío de Proceso									53,7	53,7
Riego y Bombeo				15,0		18,0		29,3	90,2	59,5
Viviendas Colectivas	14,4	30,2			37,6		4,6		81,8	26,8
<b>Total</b>	<b>40,2</b>	<b>30,2</b>	<b>18,0</b>	<b>15,0</b>	<b>44,6</b>	<b>18,0</b>	<b>23,0</b>	<b>27,3</b>	<b>66,6</b>	<b>34,6</b>

Fuente: elaboración propia

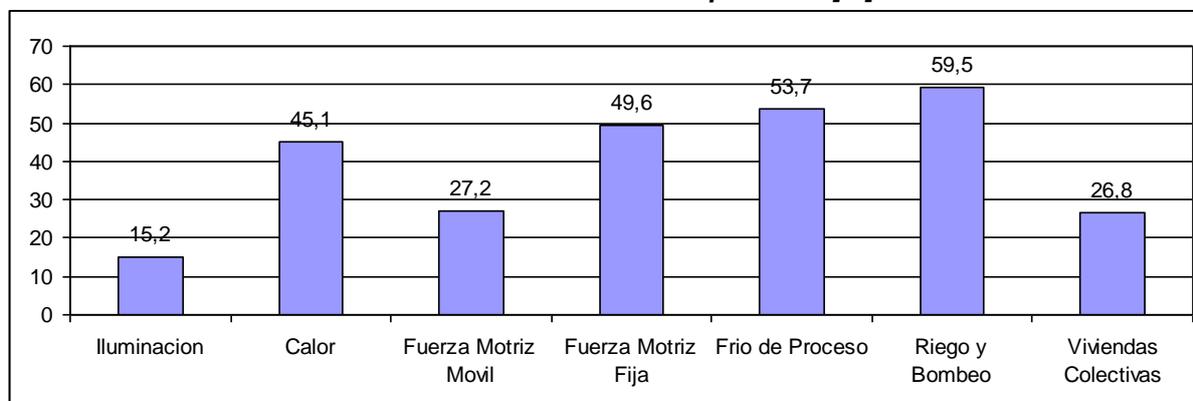
El Gráfico 5.1.3 y el Gráfico 5.1.4 permiten visualizar los rendimientos por fuentes y por usos, respectivamente.

Gráfico 5.1.3  
Total Agropecuario  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: elaboración propia

Gráfico 5.1.4  
Total Agropecuario  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: elaboración propia

## 5.2. Consumo de Energía Neta por Subsector y Fuente

Del Cuadro 5.2.1 se desprende que los subsectores con mayor consumo de Energía Neta son Cerealeros e industriales, Arroz, Vacunos Leche, Aves y Vacunos Carne, los que suman 126,2 kTep, correspondientes al 82,4% del total del sector Agropecuario, tal como se puede apreciar en el Cuadro 5.2.2. Esta importancia relativa se refleja también en el Gráfico 5.2.1.

Cuadro 5.2.1  
Total Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Subsectores y Fuentes**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Fruticultura	22				6	63		3.235	841	4.167
Viticultura	580				14	33		1.590	472	2.688
Horticultura	166				23	41	4	3.088	528	3.851
<b>Cerealeros e industriales</b>	587		1.607	2.701	41	150	1	29.066	681	34.836
Arroz	115			35	116	149		23.372	5.061	28.848
Vacunos leche	1.898			226	163	227		16.563	8.198	27.275
Vacunos carne	686		51	126	82	162	0	11.304	943	13.355
Ovinos	3.675			189	575	504	308	3.826	321	9.398
Porcinos	77			33	14	34	37	278	156	630
Aves	17.066			97	1.085	32		1.266	2.319	21.864
Forestal	314	5		18	44	76	3	1.235	114	1.808
Cooperativas Agrícolas	4.346									4.346
<b>Total</b>	<b>29.532</b>	<b>5</b>	<b>1.659</b>	<b>3.426</b>	<b>2.164</b>	<b>1.471</b>	<b>354</b>	<b>94.823</b>	<b>19.636</b>	<b>153.068</b>

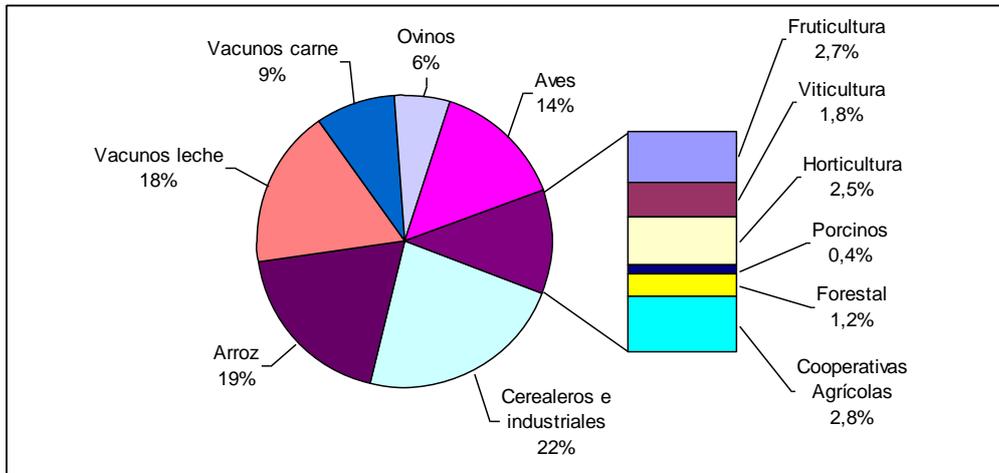
Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.2.2  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta por Fuentes**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Fruticultura	0,1				0,3	4,3		3,4	4,3	<b>2,7</b>
Viticultura	2,0				0,6	2,2		1,7	2,4	<b>1,8</b>
Horticultura	0,6				1,1	2,8	1,2	3,3	2,7	<b>2,5</b>
<b>Cerealeros e industriales</b>	2,0		96,9	78,8	1,9	10,2	0,4	30,7	3,5	<b>22,8</b>
Arroz	0,4			1,0	5,4	10,2		24,6	25,8	<b>18,8</b>
Vacunos leche	6,4			6,6	7,5	15,4		17,5	41,8	<b>17,8</b>
Vacunos carne	2,3		3,1	3,7	3,8	11,0	0,1	11,9	4,8	<b>8,7</b>
Ovinos	12,4			5,5	26,6	34,2	87,0	4,0	1,6	<b>6,1</b>
Porcinos	0,3			1,0	0,7	2,3	10,5	0,3	0,8	<b>0,4</b>
Aves	57,8			2,8	50,1	2,1		1,3	11,8	<b>14,3</b>
Forestal	1,1	100,0		0,5	2,1	5,2	0,7	1,3	0,6	<b>1,2</b>
Cooperativas Agrícolas	14,7									<b>2,8</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>									

Fuente: elaboración propia

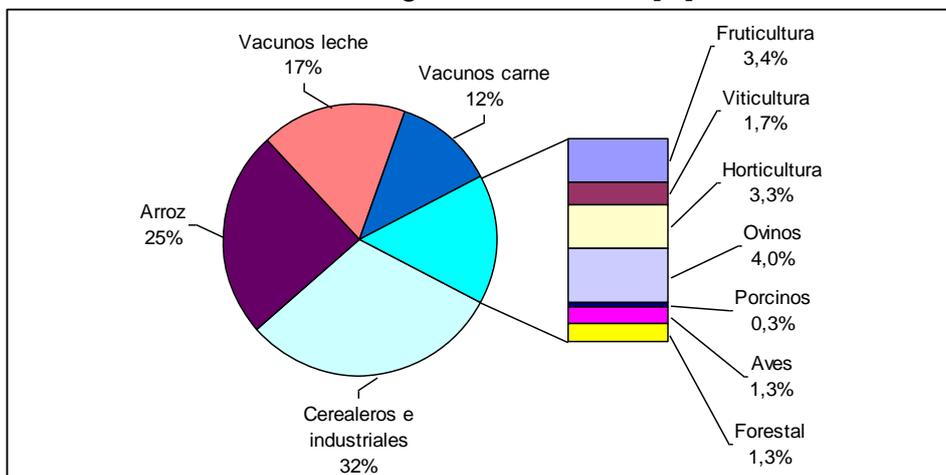
Gráfico 5.2.1  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo Total de Energía Neta [%].**



Fuente: elaboración propia

En relación a las principales fuentes utilizadas en el sector Agropecuario (Gas Oil, Leña y Electricidad), y su distribución en el consumo de los distintos subsectores, en el Gráfico 5.2.2 se puede ver que el Gas Oil es consumido fundamentalmente por los sectores Cerealeros e industriales (30,7%), Arroz (24,6%) Vacunos Leche (17,5%) y Vacunos Carne (11,9%).

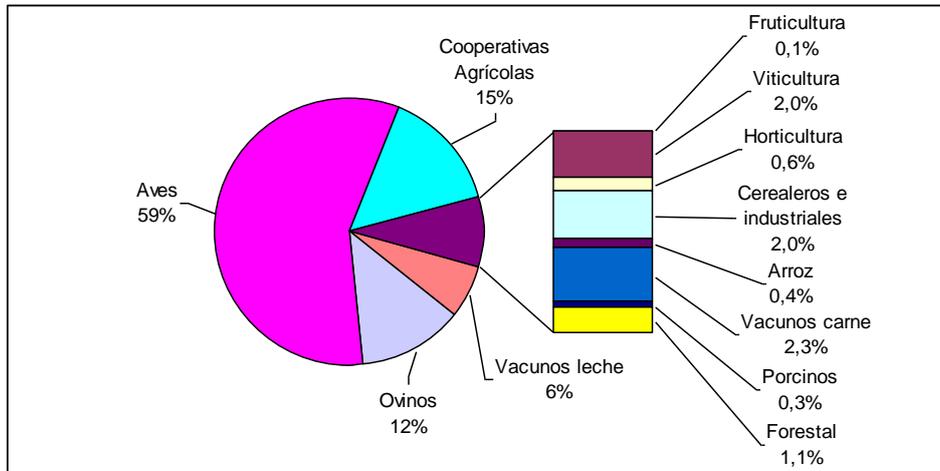
Gráfico 5.2.2  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo Total de Energía Neta de Gas Oil [%].**



Fuente: elaboración propia

En el Gráfico 5.2.3 se puede visualizar que la Leña es consumida fundamentalmente por los subsectores Aves (57,8%), las Cooperativas Agrícolas (14,7%) y Ovinos (12,4%).

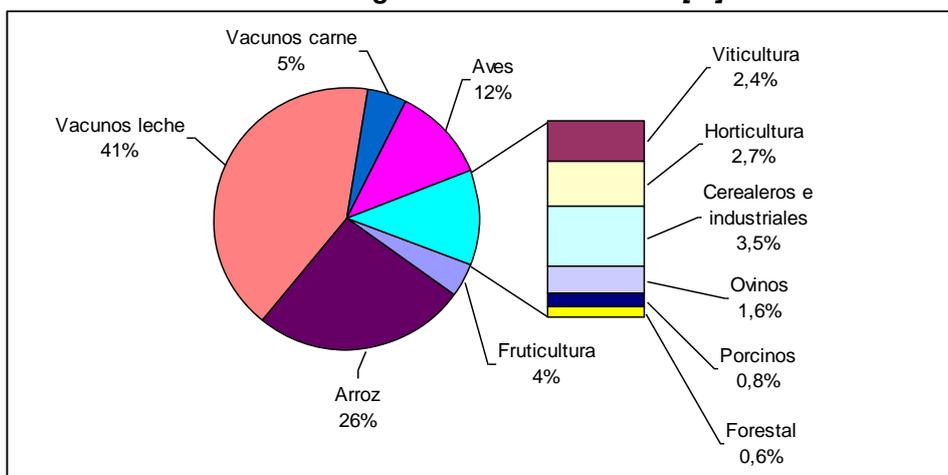
Gráfico 5.2.3  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo Total de Energía Neta de Leña [%].**



Fuente: elaboración propia

A su vez, en el Gráfico 5.2.4 se visualiza que la Electricidad es consumida fundamentalmente por los sectores Vacunos Leche (41,8%) y Arroz (25,8%).

Gráfico 5.2.4  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo Total de Energía Neta de Electricidad [%].**



Fuente: elaboración propia

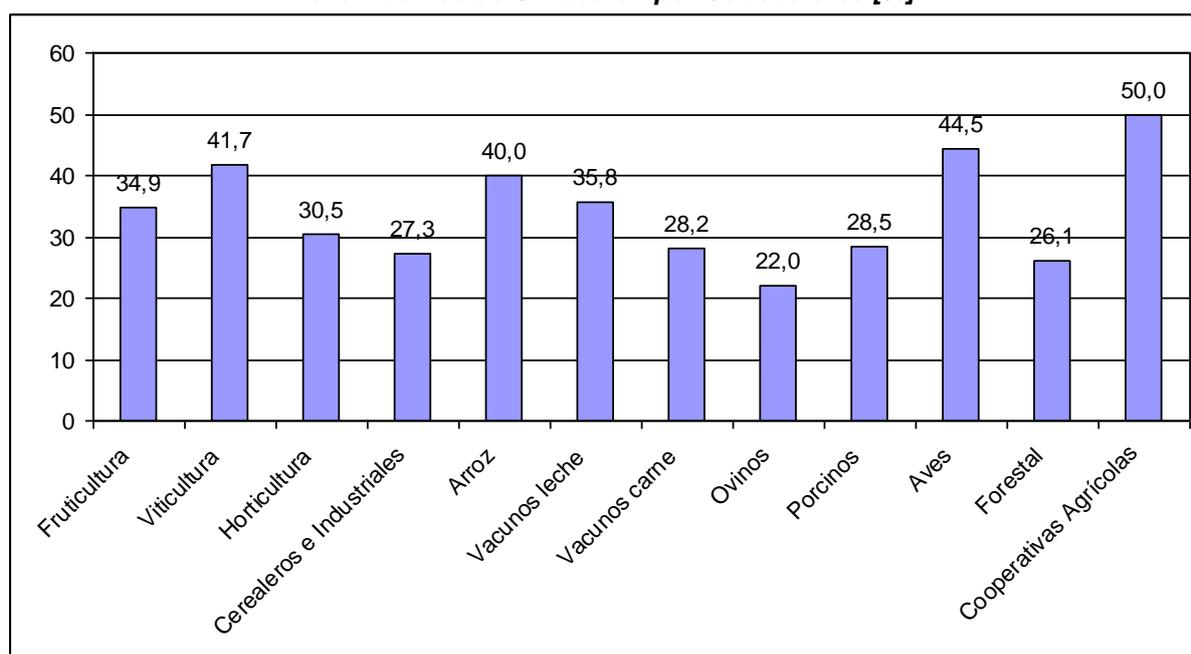
El Cuadro 5.2.3 resume los rendimientos por fuente para los distintos subsectores. Se destaca el alto rendimiento del subsector Cooperativas Agrícolas (50,0%). Por otra parte, el subsector con menores rendimientos es Ovinos (22,0%). El Gráfico 5.2.5 ilustra esta situación.

Cuadro 5.2.3  
Total Agropecuario  
**Rendimientos de Utilización de la Energía de los Subsectores por Fuentes**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Fruticultura	15,6				42,4	18,0		24,9	75,2	<b>34,9</b>
Viticultura	75,1				45,0	18,0		24,5	59,8	<b>41,7</b>
Horticultura	12,7				37,8	18,0	18,0	25,0	68,7	<b>30,5</b>
Cerealeros e industriales	18,3		18,0	15,0	40,7	18,0	2,0	28,4	62,3	<b>27,3</b>
Arroz	14,4			15,0	37,3	18,0		28,8	93,2	<b>40,0</b>
Vacunos leche	40,9			15,0	46,9	18,0		25,9	55,4	<b>35,8</b>
Vacunos carne	15,0		18,0	15,0	29,9	18,0	2,0	25,7	72,5	<b>28,2</b>
Ovinos	14,4			15,0	38,9	18,0	25,3	26,1	35,9	<b>22,0</b>
Porcinos	12,7			15,0	29,1	18,0	7,0	24,0	54,6	<b>28,5</b>
Aves	44,9			15,0	50,0	18,0		25,9	50,6	<b>44,5</b>
Forestal	14,8	30,2		15,0	38,3	18,0	4,3	26,5	55,5	<b>26,1</b>
Cooperativas Agrícolas	50,0									<b>50,0</b>
<b>Total</b>	<b>40,2</b>	<b>30,2</b>	<b>18,0</b>	<b>15,0</b>	<b>44,6</b>	<b>18,0</b>	<b>23,0</b>	<b>27,3</b>	<b>66,6</b>	<b>34,6</b>

Fuente: elaboración propia

Gráfico 5.2.5  
Total Agropecuario  
**Rendimientos de Utilización por Subsectores [%].**



Fuente: elaboración propia

### 5.3. Consumo de Energía Neta por Subsector y Uso

El Cuadro 5.3.1 presenta el consumo de Energía Neta por Subsectores y Usos y el Cuadro 5.3.2 la participación de los subsectores en cada uso.

Cuadro 5.3.1  
Total Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Subsectores y Uso**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Subsector	Iluminación	Calor	Fuerza Motriz Móvil	Fuerza Motriz Fija	Frío de Proceso	Riego y Bombeo	Viv. Colectivas	Total
Fruticultura	31	80	3.098	55	320	534	50	4.167
Viticultura	113	537	1.597	121	143	89	87	2.688
Horticultura	88		3.018	48	34	412	252	3.851
Cerealeros e industriales	179	1.669	29.069	99	84	3.068	668	34.836
Arroz	52		21.261	149		7.148	237	28.848
Vacunos leche	445	1.703	16.404	561	6.476	992	694	27.275
Vacunos carne	141	51	11.345	131	7	449	1.231	13.355
Ovinos	179	251	3.778	430		351	4.409	9.398
Porcinos	50		283	66	13	83	134	630
Aves	1.036	18.099	1.285	795	255	291	104	21.864
Forestal	39		1.235	75		45	415	1.808
Cooperativas Agrícolas		4.346						4.346
<b>Total</b>	<b>2.354</b>	<b>26.736</b>	<b>92.374</b>	<b>2.529</b>	<b>7.332</b>	<b>13.461</b>	<b>8.282</b>	<b>153.068</b>

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.3.2  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo de Energía Neta por Uso**  
Año Agrícola 2007 - en %

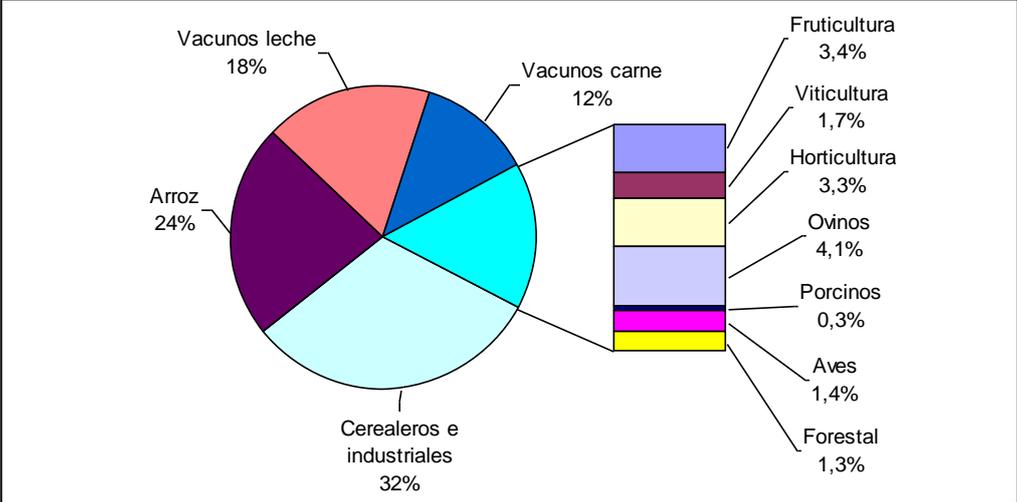
Subsector	Iluminación	Calor	Fuerza Motriz Móvil	Fuerza Motriz Fija	Frío de Proceso	Riego y Bombeo	Viv. Colectivas	Total
Fruticultura	1,3	0,3	3,4	2,2	4,4	4,0	0,6	2,7
Viticultura	4,8	2,0	1,7	4,8	2,0	0,7	1,1	1,8
Horticultura	3,7		3,3	1,9	0,5	3,1	3,0	2,5
Cerealeros e industriales	7,6	6,2	31,5	3,9	1,1	22,8	8,1	22,8
Arroz	2,2		23,0	5,9		53,1	2,9	18,8
Vacunos leche	18,9	6,4	17,8	22,2	88,3	7,4	8,4	17,8
Vacunos carne	6,0	0,2	12,3	5,2	0,1	3,3	14,9	8,7
Ovinos	7,6	0,9	4,1	17,0		2,6	53,2	6,1
Porcinos	2,1		0,3	2,6	0,2	0,6	1,6	0,4
Aves	44,0	67,7	1,4	31,4	3,5	2,2	1,3	14,3
Forestal	1,6		1,3	3,0		0,3	5,0	1,2
Cooperativas Agrícolas		16,3						2,8
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: elaboración propia

El principal subsector consumidor de Energía Neta es el de Cerealeros e Industriales, con el 22,8% del total. Le siguen Arroz con el 18,8% y Vacunos Leche con el 17,8%.

En relación a los principales usos del sector Agropecuario (Fuerza Motriz Móvil y Calor), y su distribución en los distintos subsectores, en el Gráfico 5.3.1 se puede visualizar que en el caso de la Fuerza Motriz Móvil, destacan como principales consumidores los subsectores Cerealeros e industriales (29,1 kTep) y Arroz (21,3 kTep).

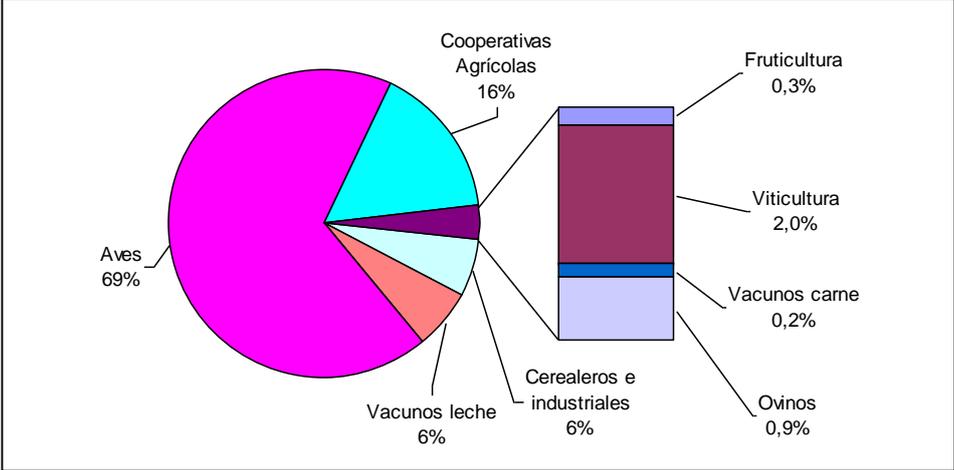
Gráfico 5.3.1  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo Total de Energía Neta de Fuerza Motriz Móvil [%].**



Fuente: elaboración propia

A su vez, en el Gráfico 5.3.2 se visualiza que para el uso Calor, el principal consumidor es el subsector Aves (18,1 kTep).

Gráfico 5.3.2  
Total Agropecuario  
**Participación de los Subsectores en el Consumo Total de Energía Neta de Calor [%].**



Fuente: elaboración propia

El Cuadro 5.3.3 resume los rendimientos por uso para los distintos subsectores.

Cuadro 5.3.3  
Total Agropecuario  
**Rendimientos de Utilización de la Energía de los Subsectores por Uso**  
Año Agrícola 2007 - en %

Subsector	Iluminación	Calor	Fuerza Motriz Móvil	Fuerza Motriz Fija	Frío de Proceso	Riego y Bombeo	Viv. Colectivas	Total
Fruticultura	18,9	50,0	24,2	22,3	54,0	84,0	49,5	34,9
Viticultura	16,3	80,0	24,5	71,7	58,8	79,9	44,2	41,7
Horticultura	13,8		24,9	41,3	52,0	69,8	33,6	30,5
Cerealeros e industriales	13,2	19,2	28,4	37,8	52,8	21,7	26,7	27,3
Arroz	7,3		28,7	18,1		74,7	27,4	40,0
Vacunos leche	16,1	45,2	25,9	46,1	53,7	60,3	49,2	35,8
Vacunos carne	7,1	18,0	25,6	19,7	50,6	62,8	43,2	28,2
Ovinos	7,8	50,0	26,1	18,1		23,7	17,6	22,0
Porcinos	7,9		23,9	50,4	46,9	53,4	18,0	28,5
Aves	18,4	45,3	25,7	83,2	52,0	55,4	46,4	44,5
Forestal	8,3		26,5	18,0		50,2	25,4	26,1
Cooperativas Agrícolas		50,0						50,0
<b>Total</b>	<b>15,2</b>	<b>45,1</b>	<b>27,2</b>	<b>49,6</b>	<b>53,7</b>	<b>59,5</b>	<b>26,8</b>	<b>34,6</b>

Fuente: elaboración propia

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

En el Cuadro 5.4.1 se muestra el Consumo de Energía Neta por Usos y Antigüedad para el Sector Agropecuario, siendo el rango 0-5 años el que presenta el mayor consumo, con 34,3 kTep. No obstante lo anterior, los equipos con Antigüedad no Informada son los que presentan el mayor consumo de Energía, con 47,8 kTep.

Cuadro 5.4.1  
Sector Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Uso y Antigüedad**  
Año 2006 – en Tep

Usos	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
Iluminación								2.354	2.354	1,5%
Calor	11.465	1.581	206	636			523	12.326	26.736	17,5%
Fuerza motriz Móvil	17.503	14.719	13.021	13.765	6.004	1.590	4.839	20.933	92.374	60,3%
Fuerza motriz Fija	810	225	159	303	276	149	57	550	2.529	1,7%
Frío de Proceso	1.998	1.543	869	1.216	128	125		1.453	7.332	4,8%
Riego y Bombeo	2.567	2.512	211	4.836	432	533	489	1.881	13.461	8,8%
Viviendas Colectivas								8.282	8.282	5,4%
<b>Total</b>	<b>34.343</b>	<b>20.579</b>	<b>14.467</b>	<b>20.756</b>	<b>6.840</b>	<b>2.397</b>	<b>5.908</b>	<b>47.778</b>	<b>153.068</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total Porcentaje</b>	<b>22,4%</b>	<b>13,4%</b>	<b>9,5%</b>	<b>13,6%</b>	<b>4,5%</b>	<b>1,6%</b>	<b>3,9%</b>	<b>31,2%</b>	<b>100,0%</b>	

Fuente: elaboración propia

En cuanto a las fuentes utilizadas, cada uno de los usos del sector Agropecuario se desagregó para presentar la antigüedad por fuentes, tal como se presenta a continuación. Los usos Iluminación y Viviendas colectivas no serán desagregados pues la encuesta no aborda las antigüedades para este tipo de equipos, ya que es probable que se desconozcan por parte del encuestado, su alta tasa de recambio y también su poca relevancia en los consumos globales del Sector Agropecuario.

Adicionalmente el uso Frío de Proceso tampoco se desagregará pues la única fuente para este uso es la Electricidad, por lo cual el desagregar las fuentes no aporta información adicional.

#### 5.4.1. Calor

Cuadro 5.4.1.1  
Sector Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Fuente y Antigüedad para el Uso Calor**  
Año 2006 – en Tep

Usos	0-5 años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	Más de 40 años	Antigüedad NO Informada	Total	Total Porcentaje
Electricidad						6	6	0,0%
Energía solar						1.659	1.659	6,2%
Gas Oil			80				80	0,3%
Leña	10.344	1.545		636	523	10.556	23.604	88,3%
Queroseno	142						142	0,5%
Supergás	978	36	126			105	1.245	4,7%
<b>Total</b>	<b>11.465</b>	<b>1.581</b>	<b>206</b>	<b>636</b>	<b>523</b>	<b>12.326</b>	<b>26.736</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total Porcentaje</b>	<b>42,9%</b>	<b>5,9%</b>	<b>0,8%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,0%</b>	<b>46,1%</b>	<b>100,0%</b>	

Fuente: elaboración propia

#### 5.4.2. Fuerza Motriz Móvil

Cuadro 5.4.2.1  
Sector Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Fuente y Antigüedad para el Uso Fuerza Motriz Móvil**  
Año 2006 – en Tep

Usos	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
Gas Oil	17.472	14.719	13.021	13.765	5.982	1.590	4.808	20.905	92.263	99,9%
Nafta	31				22		14	26	93	0,1%
Queroseno							3	1	4	0,0%
Supergás							14		14	0,0%
<b>Total</b>	<b>17.503</b>	<b>14.719</b>	<b>13.021</b>	<b>13.765</b>	<b>6.004</b>	<b>1.590</b>	<b>4.839</b>	<b>20.933</b>	<b>92.374</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total Porcentaje</b>	<b>18,9%</b>	<b>15,9%</b>	<b>14,1%</b>	<b>14,9%</b>	<b>6,5%</b>	<b>1,7%</b>	<b>5,2%</b>	<b>22,7%</b>	<b>100,0%</b>	

Fuente: elaboración propia

### 5.4.3. Fuerza Motriz Fija

Cuadro 5.4.3.1  
Sector Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Fuente y Antigüedad para el Uso Fuerza Motriz Fija**  
Año 2006 – en Tep

Usos	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
Electricidad	71	72	81	152	268	149	54	352	1.198	47,4
Gas Oil	8	28	11	107	1		3	1	158	6,3
Nafta	730	126	67	45	8			197	1.173	46,4
<b>Total</b>	<b>810</b>	<b>225</b>	<b>159</b>	<b>303</b>	<b>276</b>	<b>149</b>	<b>57</b>	<b>550</b>	<b>2.529</b>	<b>100,0</b>
<b>Total Porcentaje</b>	<b>32,0</b>	<b>8,9</b>	<b>6,3</b>	<b>12,0</b>	<b>10,9</b>	<b>5,9</b>	<b>2,2</b>	<b>21,8</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: elaboración propia

### 5.4.4. Riego y Bombeo

Cuadro 5.4.4.1  
Sector Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Fuente y Antigüedad para el Uso Riego y Bombeo**  
Año 2006 – en Tep

Usos	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
Electricidad	1.048	1.251	145	4.728	91	67		176	7.508	55,8
Gas Oil	1.092	1.112	61			54		3	2.322	17,3
Nafta	172	14		15				4	205	1,5
Viento	255	135	5	93	340	411	489	1.697	3.426	25,5
<b>Total</b>	<b>2.567</b>	<b>2.512</b>	<b>211</b>	<b>4.836</b>	<b>432</b>	<b>533</b>	<b>489</b>	<b>1.881</b>	<b>13.461</b>	<b>100,0</b>
<b>Total Porcentaje</b>	<b>19,1</b>	<b>18,7</b>	<b>1,6</b>	<b>35,9</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>	<b>3,6</b>	<b>14,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: elaboración propia

## 5.5. Autoproducción de Electricidad

La potencia instalada total en Autoproducción para el año 2006, es de 84,8 MW, correspondiendo prácticamente la totalidad de estos a Grupos Electrógenos. La distribución por subsectores de la potencia instalada se presenta en el Cuadro 5.5.1:

Cuadro 5.5.1  
Total Agropecuario  
**Potencia Instalada para Autoproducción de Electricidad por Subsector.**  
Año Agrícola 2007 - en MW

Subsector	SO	NF	GO	Total
Fruticultura			1,0	1,0
Viticultura			1,9	1,9
Horticultura				
Cerealeros e industriales		0,4	4,3	4,7
Arroz	0,003		23,2	23,2
Vacunos leche			36,0	36,0
Vacunos carne	0,046	3,1	4,0	7,1
Ovinos	0,010		3,6	3,6
Porcinos				
Aves			6,4	6,4
Forestal	0,001	0,1	0,8	0,9
Cooperativas Agrícolas				
<b>Total</b>	<b>0,060</b>	<b>3,5</b>	<b>81,2</b>	<b>84,8</b>

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para la estimación de potencia instalada, electricidad generada y energía neta correspondiente a los paneles fotovoltaicos, se utilizó la relación 1800 kWh/m<sup>2</sup>/año de irradiación incidente, con un rendimiento del 10%. Estos datos fueron proporcionados por DNETN.

En cuanto a la distribución por subsectores de la potencia instalada, destacan Vacunos Leche con 36,0 MW instalados, y Arroz, con 23,2 MW instalados.

El Cuadro 5.5.2 presenta la Electricidad Generada por subsector, la cual para el sector Agropecuario alcanzó en 2006 los 13.829 MWh.

Cuadro 5.5.2  
Total Agropecuario  
**Generación de Electricidad en Autoproducción por Subsector y Fuente.**  
Año Agrícola 2007 - en MWh

Subsector	SO	NF	GO	Total
Fruticultura			56,0	56,0
Viticultura			5,0	5,0
Horticultura				
Cerealeros e industriales		13,5	1.154,2	1.167,7
Arroz	5,3		7.965,9	7.971,1
Vacunos leche			1.025,3	1.025,3
Vacunos carne	82,6	273,4	1.466,2	1.822,1
Ovinos	17,5		1.370,5	1.388,0
Porcinos				
Aves			201,3	201,3
Forestal	2,9	14,6	174,8	192,2
Cooperativas Agrícolas				
<b>Total</b>	<b>108,2</b>	<b>301,4</b>	<b>13.419,1</b>	<b>13.828,8</b>

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la generación Solar, mediante paneles fotovoltaicos, la expansión de la muestra arrojó un valor total de 601 m2 totales de paneles fotovoltaicos instalados en el sector.

Finalmente, de acuerdo al Cuadro 5.5.3, el consumo de combustibles en Autoproducción fue en 2006 de 3,8 kTep, de los cuales 3,5 kTep fueron de Gas Oil, 133 Tep de Nafta y 93 Tep de Energía Solar.

Cuadro 5.5.3  
Total Agropecuario  
**Consumo de Combustibles para Autoproducción de Electricidad por Subsector y Fuente.**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Subsector	SO	NF	GO	Total
Fruticultura			14,8	14,8
Viticultura			1,3	1,3
Horticultura				
Cerealeros e industriales		5,9	304,7	310,7
Arroz	4,5		2.103,2	2.107,7
Vacunos leche			270,7	270,7
Vacunos carne	71,0	120,1	387,1	578,3
Ovinos	15,0	-	361,8	376,9
Porcinos				
Aves			53,2	53,2
Forestal	2,5	6,4	46,1	55,0
Cooperativas Agrícolas				
<b>Total</b>	<b>93,1</b>	<b>132,5</b>	<b>3.542,9</b>	<b>3.768,4</b>

Fuente: Elaboración propia

## 5.6. Potencial de Ahorro Energético

### 5.6.1. Bases para la Estimación de los Potenciales de Ahorro de Energía Neta

Se estimó un potencial de ahorro de energía para el sector agropecuario a partir de una estimación del ahorro potencial en cada equipo encuestado en los distintos usos energéticos; es decir, no se consideraron los sistemas energéticos, por ejemplo de transporte de fluidos (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 cuando es mayor al rendimiento informado (por el encuestado) o al rendimiento estimado. Si el rendimiento informado por el encuestado es superior al rendimiento optimo 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:

$$Consumo_{i,k}^{optimo} [kep] = \frac{EU_{i,k} [kep]}{\eta_k^{optimo} \left[ \frac{\%}{100} \right]}$$

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:

$$Ahorro_{i,k} [kep] = Consumo_{i,k} [kep] - Consumo_{i,k}^{optimo} [kep]$$

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

#### **Iluminación:**

Se calculó el potencial de ahorro en el supuesto que se reemplacen las lámparas eléctricas Incandescentes por lámparas eléctricas de Bajo Consumo ( $\eta = 25\%$ )<sup>10</sup>.

#### **Calor - Calderas:**

Se consideró como rendimiento óptimo el rendimiento de una caldera de vapor en muy buenas condiciones de funcionamiento: 87%<sup>11</sup>.

#### **Calor - Secadores:**

Este uso energético está asociado a los Hornos. Se ha estimado que la eficiencia óptima de un horno para los indicados en el sector Agropecuario, están en torno al 80%<sup>12</sup>.

#### **Calor - Calefacción:**

En estos usos no se consideraron potencialidades de ahorro de energía, dado que la mayoría de los calefactores del sector agropecuario son hornos a leña o pantallas de Supergás, en los cuales la implementación de medidas de eficiencia energética tienen un efecto mínimo sobre el consumo, y se considera que la implementación de medidas de modernización de estos equipos tendrían una aceptación mínima en el presente sector.

#### **Fuerza Motriz Fija, Sierras y Bombas:**

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. 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:

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

Dado que la fórmula es siempre creciente, se ha acotado el rendimiento óptimo por 96%.

Por el momento no se ha hecho análisis alguno sobre la viabilidad de reemplazar un motor eléctrico estándar por uno eficiente, ni tampoco se ha evaluado el potencial de ahorro mediante la incorporación de variadores de frecuencia en motores que accionan equipos de flujo variable, como bombas, ventiladores, corras transportadoras, etc.

<sup>10</sup> Se utiliza el mismo rendimiento definido en el Anexo 2.

<sup>11</sup> Valor estimado en base a la experiencia PRIEN.

<sup>12</sup> Valor estimado en base a la experiencia PRIEN y las siguientes referencias:

-Perry's Chemical Engineers' Handbook, Sixth Edition, Table 20-14 Representative Materials Dried in Direct-Heat Rotatory Dryers.

- Técnicas de Conservación Energética en la Industria, Tomo I Fundamentos y Ahorros en Operaciones, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE España).

En el caso de motores de combustión interna la estimación de la eficiencia óptima depende de la fuente, considerando dos casos<sup>13</sup>:

- Gas Oil:
  - Para potencias menores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 27%.
  - Para potencias mayores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 37%.
- Nafta, Supergás:
  - Para potencias menores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 21%.
  - Para potencias mayores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 23%.

#### **Fuerza Motriz Móvil (Incluye Tractores):**

En este uso no existen equipos eléctricos, por lo cual para los equipos a combustible<sup>14</sup>, se consideran según la fuente, dos casos:

- Gas Oil:
  - Para potencias menores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 27%.
  - Para potencias mayores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 35%.
- Nafta, Supergás:
  - Para potencias menores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 21%.
  - Para potencias mayores a 100 HP, se ha considerado una eficiencia óptima de 23%.

#### **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 del motor eléctrico, su rendimiento óptimo se estimó de la misma manera que para fuerza motriz eléctrica. En cuanto a los compresores, en que las eficiencias óptimas van desde un 75% para compresores alternativos, tornillo y scroll, hasta un 83% para compresores centrífugos; dado que en la encuesta no se consultó acerca del tipo de compresor de cada equipo de frío, se ha considerado una eficiencia óptima media de un 80% para todos los equipos<sup>15</sup>.

Dado lo anterior, la fórmula del rendimiento óptimo es la siguiente:

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

<sup>13</sup> Valores estimados en base a la experiencia PRIEN y la publicación Diesel Engine Design Academy 1999.

<sup>14</sup> Idem anterior.

<sup>15</sup> Ref. Phelan, E.- Swanson, J.- Chiriac, F. – Chiriac, V. *DESIGNING A MESOSCALE VAPOR-COMPRESSION REFRIGERATOR FOR COOLING HIGH-POWER MICROELECTRONICS*. Artículo obtenido en la dirección web <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01319177>.

## **Protección Climática, Secado Solar, Bombas Eólicas y Viviendas Colectivas:**

En estos usos no se consideraron potencialidades de ahorro de energía.

### **Autoproducción de electricidad:**

En el caso de la autoproducción de electricidad, la estimación del potencial de ahorro se realizó de manera similar a las anteriores, esto es, considerando un rendimiento óptimo para estimar el ahorro de igual manera que los demás usos. Sin embargo, aquí se consideraron tres formas de obtener ahorros en el consumo:

1. Ahorro por generación óptima
2. Ahorro por consumo óptimo
3. Ahorro conjunto

- **Ahorro por generación óptima:**

Este considera un ahorro de combustible del equipo generador debido a su reemplazo por uno más eficiente, considerando además que los equipos eléctricos alimentados no se han reemplazado por otros más eficientes.

El rendimiento óptimo utilizado corresponde a la multiplicación del rendimiento de un motor a Gas Oil de eficiencia máxima (estimado en 37%), y el rendimiento máximo de un alternador eficiente (estimado en 98%). Ambos valores son válidos para equipos de más de 100 HP, que son los cuales se estima existe potencial de ahorro.

Multiplicando ambas eficiencias, se estima que la eficiencia óptima de un grupo electrógeno es de un 36%.

$$\eta_k^{optimo} \left[ \frac{\%}{100} \right] = 0,37 \cdot 0,98 = 0,36$$

- **Ahorro por consumo óptimo:**

Este considera un ahorro de combustible del equipo generador debido al reemplazo de los equipos eléctricos alimentados por unos más eficientes (las eficiencias óptimas de éstos se vieron con anterioridad), considerando además que el equipo generador no se ha reemplazado por uno más eficiente.

El ahorro de combustible se obtiene como la diferencia entre el consumo original por generador y el consumo óptimo. Este último se calcula como la proporción de energía entregada por cada generador (dependiendo de la cantidad de generadores y de la energía generada y la entregada por UTE inicialmente) para el caso que todos los equipos eléctricos se reemplacen por equipos eficientes, dividiendo este consumo eléctrico óptimo (proporcional a cada generador) por el rendimiento estándar del generador, obteniendo así el ahorro de combustible.

- **Ahorro conjunto:**

Este considera un ahorro de combustible del equipo generador debido al reemplazo tanto de los equipos eléctricos alimentados por unos más eficientes (las eficiencias óptimas de éstos se vieron con anterioridad), y del equipo generador por uno más eficiente.

Esta metodología abarca en forma simultánea las dos mencionadas anteriormente, calculando primero el consumo eléctrico óptimo (proporcional a cada generador), pero dividiendo por la eficiencia óptima del generador<sup>16</sup>. Haciendo la diferencia entre el consumo original de combustible y el consumo óptimo calculado, se obtiene el ahorro de combustible.

El potencial de ahorro estimado al nivel de la muestra se expande al universo con el mismo factor con que se expanden los consumos de Energía Neta.

Para el caso de generación de Electricidad por medio de Paneles Fotovoltaicos no se ha considerado posibilidad de ahorro dado su origen renovable y su calidad de inagotable. Sin embargo, es importante notar que este medio de generación produce, por sí mismo, un ahorro tanto de combustibles (autoproducción) como de Electricidad (UTE).

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

El Cuadro 5.6.2.1 muestra los Ahorros Potenciales en el Sector Agropecuario por usos y por fuentes, los que alcanzan un total de 20,1 kTep. Las fuentes que logran un mayor Potencial de Ahorro son el Gas Oil, con 15,1 kTep, y la Electricidad, con 3,1 kTep.

En cuanto a los usos, los que presentan los mayores ahorros potenciales son la Fuerza Motriz Móvil, con 14,6 kTep, y el Frío de Proceso, con 1,8 kTep.

Cuadro 5.6.2.1  
Total Agropecuario  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									950	<b>950</b>
<b>Calor</b>	1.696							25		<b>1.721</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>					2	14	1	14.597		<b>14.614</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						171		27	81	<b>279</b>
<b>Frío de Proceso</b>									1.792	<b>1.792</b>
<b>Riego y Bombeo</b>						29		419	265	<b>713</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>										
<b>Total</b>	<b>1.696</b>				<b>2</b>	<b>214</b>	<b>1</b>	<b>15.068</b>	<b>3.088</b>	<b>20.069</b>

Fuente: elaboración propia

El Cuadro 5.6.2.2 muestra la importancia relativa de los potenciales de ahorro, la que alcanza un total de 13,1% para el total del sector, correspondiendo los mayores ahorros a Gas Oil y Electricidad (15,9% y 15,7%, respectivamente), y Nafta (14,6%).

En cuanto a los usos, los mayores ahorros porcentuales se obtienen para Iluminación (40,4%), Frío de Proceso (24,4%) y Fuerza Motriz Móvil (15,8%).

<sup>16</sup> Se destaca a la vez, que esta metodología no corresponde a la suma de los ahorros obtenidos por las dos metodologías descritas anteriormente, pues corresponde a un concepto distinto.

Cuadro 5.6.2.2  
Total Agropecuario  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									40,4	40,4
Calor	7,2							31,5		6,4
Fuerza Motriz Móvil					14,3	14,9	15,9	15,8		15,8
Fuerza Motriz Fija						14,6		16,8	6,7	11,0
Frío de Proceso									24,4	24,4
Riego y Bombeo						14,3		18,0	3,5	5,3
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>	5,7				0,1	14,6	0,2	15,9	15,7	13,1

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los Potenciales de Ahorro para la Autoproducción de Electricidad, si bien se mencionaron tres formas de obtener ahorro, en la práctica resultó que sólo una de ellas es aplicable al sector, dado que las posibilidades de ahorro que consideraban una mejora en la eficiencia del equipo generador en el caso de que este tuviese una potencia mayor a 100 HP, se presentó muy rara vez en el sector (sólo 4 equipos de un total de 70 en la muestra), lo cual refleja una posibilidad de ahorro mínima, por lo que se descartó. Así, se consideró solamente un ahorro potencial por Consumo Óptimo de los equipos a electricidad.

El Cuadro 5.6.2.3 muestra los Potenciales de Ahorro en Autoproducción para el Sector Agropecuario por Subsectores y fuentes, los que alcanzan 316,6 Tep, siendo el Gas Oil la principal fuente de ahorro, con 314,2 Tep.

En cuanto los subsectores, los que presentan los mayores son Vacunos Carne, con 117,7 Tep, y Arroz, con 67,8 Tep.

Cuadro 5.6.2.3  
Total Agropecuario  
**Potencial de Ahorro en Autoproducción de Electricidad por Subsectores y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Subsector	SO	NF	GO	Total
Fruticultura			0,8	<b>0,8</b>
Viticultura			0,4	<b>0,4</b>
Horticultura				
Cerealeros e industriales		1,0	23,4	<b>24,4</b>
Arroz			67,8	<b>67,8</b>
Vacunos leche			55,6	<b>55,6</b>
Vacunos carne			25,3	<b>25,3</b>
Ovinos			117,7	<b>117,7</b>
Porcinos				
Aves			8,3	<b>8,3</b>
Forestal		1,4	14,9	<b>16,4</b>
Cooperativas Agrícolas				
<b>Total</b>		<b>2,4</b>	<b>314,2</b>	<b>316,6</b>

Fuente: elaboración propia

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

En el Cuadro 5.6.3.1 se muestran los Potenciales de Ahorro en Sector Agropecuario por Subsectores y Usos, siendo los subsectores que alcanzan mayores potenciales de ahorro, Cerealeros e industriales, con 4,6 kTep, y Vacunos Leche, con 4,3 kTep.

Cuadro 5.6.3.1  
Total Agropecuario  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Subsectores y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Subsector	Iluminación	Calor	Fuerza Motriz Móvil	Fuerza Motriz Fija	Frío de Proceso	Riego y Bombeo	Viv. Colectivas	Total
Fruticultura	8	25	704	8	78	17		840
Viticultura	44	43	195	9	31	7		330
Horticultura	41		432	6	9	39		526
Cerealeros e industriales	89	23	4.425	12	21	28		4.599
Arroz	37		3.453	22		481		3.992
Vacunos leche	164		2.459	70	1.584	72		4.349
Vacunos carne	101		2.085	19	2	24		2.231
Ovinos	125		462	61		20		669
Porcinos	35		32	7	4	4		82
Aves	278		159	53	65	18		572
Forestal	27		209	12		2		250
Cooperativas Agrícolas		1.630						1.630
<b>Total</b>	<b>950</b>	<b>1.721</b>	<b>14.614</b>	<b>279</b>	<b>1.792</b>	<b>713</b>		<b>20.069</b>

Fuente: elaboración propia

### 5.7. Mercado Disputable Para los Procesos de Sustitución

De las 325 encuestas validadas, 303 contestaron la pregunta 30 del cuestionario, aunque no en todos los casos la contestaron en forma completa. En ella se pedía ordenar según la importancia dada por el encuestado, los factores que influyen en la elección de las fuentes de energía. Los factores que se incluyeron en la pregunta se indican a continuación:

- Costo de la fuente de energía
- Costo del equipamiento nuevo y su instalación
- Seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía
- Daño sobre el medio ambiente exterior

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

- Costo de la fuente de energía: un 57% le asignó la primera prioridad, un 24% la segunda, un 12% la tercera y 7% la última.
- Costo del equipamiento nuevo y su instalación: un 16% le asignó la primera prioridad, un 42% la segunda, un 25% la tercera y 18% la última.
- Seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía: un 16% le asignó la primera prioridad, un 22% la segunda, un 40% la tercera y 22% la última.

- Daño sobre el medio ambiente exterior: un 14% le asignó la primera prioridad, un 13% la segunda, un 22% la tercera y 52% la última.

Dados los resultados obtenidos, es posible ordenar los factores según la prioridad asignada que obtuvo mayor porcentaje en cada uno. De esta manera, los factores quedan ordenados como siguen:

1. Costo de la fuente de energía
2. Costo del equipamiento nuevo y su instalación
3. Seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía
4. Daño sobre el medio ambiente exterior

## 6. Consumo de Energía Neta y Útil por Subsector Agropecuario

### 6.1. Fruticultura

La superficie total de este subsector corresponde a 24.201 há y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 4,2 kTep, representando un 2,7% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por hectárea es de 172,4 kep/há.

En el Cuadro 6.1.1, se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Fruticultura.

Cuadro 6.1.1  
Subsector Fruticultura  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									31	31
Calor								80		80
Fuerza Motriz Móvil						3		3.094		3.098
Fuerza Motriz Fija						51			4	55
Frío de Proceso									320	320
Riego y Bombeo						8		61	464	534
Viviendas Colectivas	22				6				22	50
<b>Total</b>	<b>22</b>				<b>6</b>	<b>63</b>		<b>3.235</b>	<b>841</b>	<b>4.167</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.1.2, se puede ver que representa el 77,6% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad con un 20,2%.

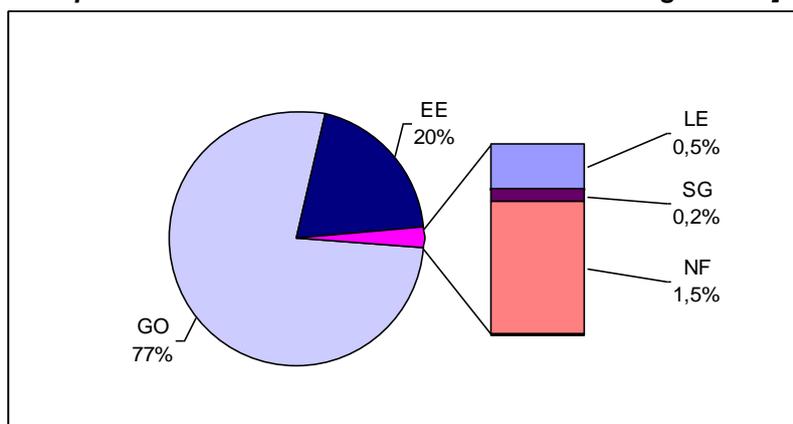
Cuadro 6.1.2  
Subsector Fruticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor								100,0		100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,1		99,9		100,0
Fuerza Motriz Fija						93,1			6,9	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo						1,6		11,4	87,0	100,0
Viviendas Colectivas	43,3				12,5				44,2	100,0
<b>Total</b>	<b>0,5</b>				<b>0,2</b>	<b>1,5</b>		<b>77,6</b>	<b>20,2</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El único uso donde hay competencia entre las fuentes es en Riego y Bombeo, donde la Electricidad se impone con un 87,0% seguido por el Gas Oil (11,4%) y la Nafta (1,6%). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación y Frío de Proceso, mientras que el Gas Oil no tiene competencia en Calor ni en Fuerza Motriz Móvil (99,9%).

Gráfico 6.1.1  
Subsector Fruticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.1.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 74,3% de la Energía Neta y en segundo lugar el Riego y Bombeo con un 12,8%.

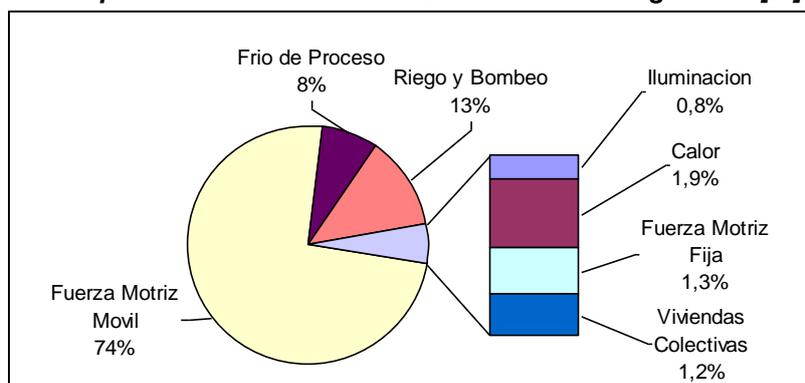
Cuadro 6.1.3  
Subsector Fruticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									3,7	0,8
Calor								2,5		1,9
Fuerza Motriz Móvil						5,5		95,7		74,3
Fuerza Motriz Fija						81,1			0,5	1,3
Frío de Proceso									38,0	7,7
Riego y Bombeo						13,3		1,9	55,2	12,8
Viviendas Colectivas	100,0				100,0				2,6	1,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>				<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el hecho que las Viviendas Colectivas concentran la totalidad del consumo de Leña y Supergás, mientras la Fuerza Motriz Móvil concentra casi la totalidad del consumo de Gas Oil (95,7%), y la Fuerza Motriz Fija casi todo el consumo de Nafta (81,1%).

Gráfico 6.1.2  
Subsector Fruticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.1.4, la Energía Útil para este subsector es de 1,5 kTep, representando el 2,7% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 34,9%.

Cuadro 6.1.4  
Subsector Fruticultura  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									6	6
Calor								40		40
Fuerza Motriz Móvil						1		749		750
Fuerza Motriz Fija						9			3	12
Frío de Proceso									173	173
Riego y Bombeo						2		15	432	448
Viviendas Colectivas	3				3				19	25
<b>Total</b>	<b>3</b>				<b>3</b>	<b>11</b>		<b>804</b>	<b>633</b>	<b>1.454</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.1.5 se muestra que, respecto a la Energía Útil, el Gas Oil pierde importancia relativa respecto a las demás fuentes (55,3%), tomando una mayor importancia relativa la Electricidad (43,5%), debido a su mayor rendimiento de uso.

Cuadro 6.1.5  
Subsector Fruticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor								100,0		100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,1		99,9		100,0
Fuerza Motriz Fija						75,3			24,7	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo						0,3		3,3	96,4	100,0
Viviendas Colectivas	13,7				10,7				75,6	100,0
<b>Total</b>	<b>0,2</b>				<b>0,2</b>	<b>0,8</b>		<b>55,3</b>	<b>43,5</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.1.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 51,6% en la Energía Útil, mientras que Riego y Bombeo un 30,8%.

Cuadro 6.1.6  
Subsector Fruticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									0,9	0,4
Calor								4,9		2,7
Fuerza Motriz Móvil						5,5		93,2		51,6
Fuerza Motriz Fija						81,1			0,5	0,8
Frío de Proceso									27,3	11,9
Riego y Bombeo						13,3		1,8	68,3	30,8
Viviendas Colectivas	100,0				100,0				3,0	1,7
<b>Total</b>	<b>100,0</b>				<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

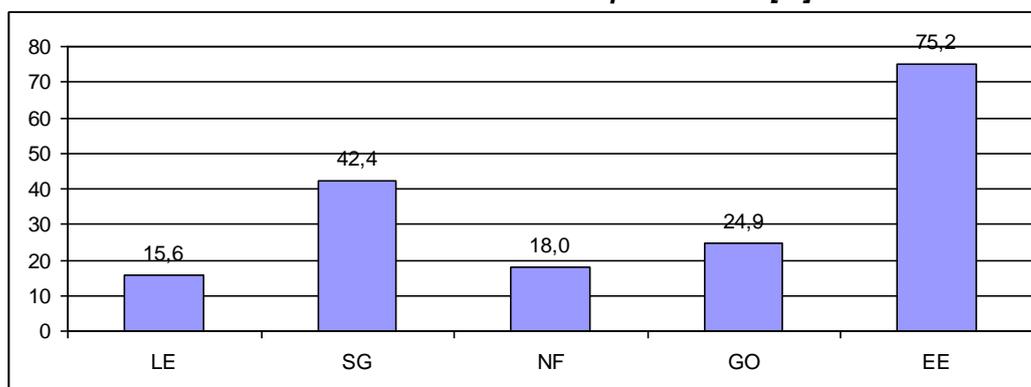
El Cuadro 6.1.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del subsector es de un 34,9%, destacándose el alto rendimiento de Riego y Bombeo (84,0%), debido a que la principal fuente es la Electricidad. Los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (18,9%) y Fuerza Motriz Fija (22,3%).

Cuadro 6.1.7  
Subsector Fruticultura  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									18,9	18,9
Calor								50,0		50,0
Fuerza Motriz Móvil						18,0		24,2		24,2
Fuerza Motriz Fija						18,0			79,4	22,3
Frío de Proceso									54,0	54,0
Riego y Bombeo						18,0		24,0	93,1	84,0
Viviendas Colectivas	15,6				42,4				84,7	49,5
<b>Total</b>	<b>15,6</b>				<b>42,4</b>	<b>18,0</b>		<b>24,9</b>	<b>75,2</b>	<b>34,9</b>

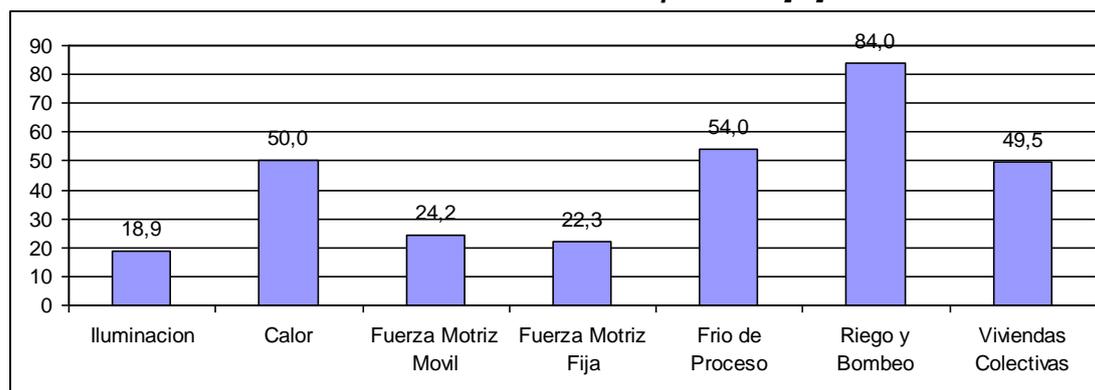
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.1.3  
Subsector Fruticultura  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.1.4  
Subsector Fruticultura  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.1.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Fruticultura, el que alcanza los 840,3 Tep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 735,4 Tep.

En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 704,1 Tep.

Cuadro 6.1.8  
Subsector Fruticultura  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									8,1	8,1
Calor								25,1		25,1
Fuerza Motriz Móvil						0,5		703,6		704,1
Fuerza Motriz Fija						7,7			0,3	8,0
Frío de Proceso									77,7	77,7
Riego y Bombeo						1,2		6,8	9,3	17,3
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>9,4</b>		<b>735,4</b>	<b>95,5</b>	<b>840,3</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.1.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.1.9  
Subsector Fruticultura  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									26,0	26,0
Calor								31,5		31,5
Fuerza Motriz Móvil						14,3		22,7		22,7
Fuerza Motriz Fija						15,0			8,3	14,6
Frío de Proceso									24,3	24,3
Riego y Bombeo						14,3		11,1	2,0	3,2
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>14,9</b>		<b>22,7</b>	<b>11,3</b>	<b>20,2</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.2. Viticultura

La superficie total cultivada de este subsector corresponde a 8.652 há y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 2,7 kTep, representando un 1,8% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por hectárea es de 310,7 kep/há.

En el Cuadro 6.2.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Viticultura.

Cuadro 6.2.1  
Subsector Viticultura  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									113	113
Calor	537									537
Fuerza Motriz Móvil						11		1.587		1.597
Fuerza Motriz Fija						22		3	96	121
Frío de Proceso									143	143
Riego y Bombeo									89	89
Viviendas Colectivas	43				14				31	87
<b>Total</b>	<b>580</b>				<b>14</b>	<b>33</b>		<b>1.590</b>	<b>472</b>	<b>2.688</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.2.2, se puede ver que representa el 59,1% de la Energía Neta, seguido por la Leña con un 21,6%.

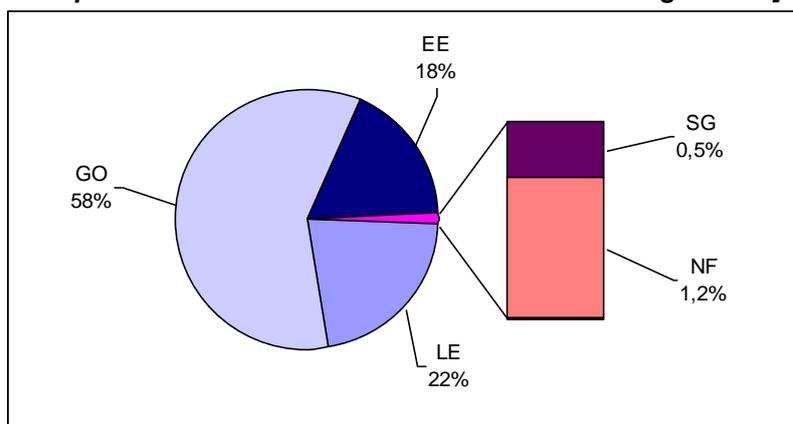
Cuadro 6.2.2  
Subsector Viticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	100,0									100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,7		99,3		100,0
Fuerza Motriz Fija						18,3		2,4	79,3	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo									100,0	100,0
Viviendas Colectivas	49,1				15,5				35,5	100,0
<b>Total</b>	<b>21,6</b>				<b>0,5</b>	<b>1,2</b>		<b>59,1</b>	<b>17,6</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El principal uso donde hay “competencia” entre las fuentes es la Fuerza Motriz Fija, donde la Electricidad predomina por sobre la Nafta y el Gas Oil (79,3%, 18,3% y 2,4%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación, Frío de Proceso y Riego y Bombeo, mientras que la Leña, no tiene competencia en Calor.

Gráfico 6.2.1  
Subsector Viticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

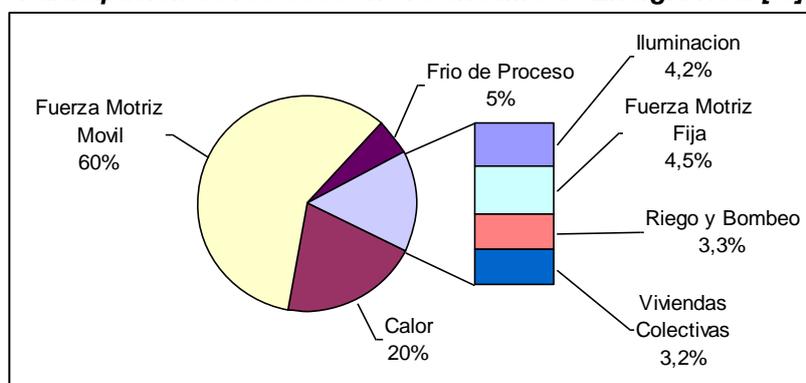
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.2.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 59,4% de la Energía Neta, y en segundo lugar el Calor con un 20,0% uso para el cual se destina casi la totalidad de la Leña consumida (92,6%). Este consumo de Calor ocurre en calderas para la generación de vapor en explotaciones que tienen pequeñas bodegas para la elaboración de vinos.

Cuadro 6.2.3  
Subsector Viticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									24,0	4,2
Calor	92,6									20,0
Fuerza Motriz Móvil						32,2		99,8		59,4
Fuerza Motriz Fija						67,8		0,2	20,3	4,5
Frío de Proceso									30,3	5,3
Riego y Bombeo									18,9	3,3
Viviendas Colectivas	7,4				100,0				6,6	3,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>				<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.2.2  
Subsector Viticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.2.4, la Energía Útil para este subsector es de 1,1 kTep, representando el 2,1% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 41,7%.

Cuadro 6.2.4  
Subsector Viticultura  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									18	<b>18</b>
<b>Calor</b>	430									<b>430</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>						2		390		<b>391</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						4		1	82	<b>87</b>
<b>Frío de Proceso</b>									84	<b>84</b>
<b>Riego y Bombeo</b>									71	<b>71</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>	6				6				27	<b>39</b>
<b>Total</b>	<b>436</b>				<b>6</b>	<b>6</b>		<b>390</b>	<b>283</b>	<b>1.121</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.2.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, el Gas Oil pierde importancia relativa respecto a las demás fuentes (34,8%), tomando una mayor importancia relativa la Leña (38,9%) y la Electricidad (25,2%), debido al mayor rendimiento que tienen estas fuentes en sus usos respectivos.

Cuadro 6.2.5  
Subsector Viticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									100,0	<b>100,0</b>
<b>Calor</b>	100,0									<b>100,0</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>						0,5		99,5		<b>100,0</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						4,6		0,8	94,6	<b>100,0</b>
<b>Frío de Proceso</b>									100,0	<b>100,0</b>
<b>Riego y Bombeo</b>									100,0	<b>100,0</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>	15,6				15,7				68,6	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>38,9</b>				<b>0,5</b>	<b>0,5</b>		<b>34,8</b>	<b>25,2</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.2.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, el Calor tiene una participación de un 38,4% en la Energía Útil, mientras que la Fuerza Motriz Móvil, un 34,9%.

Cuadro 6.2.6  
Subsector Viticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									6,5	1,6
Calor	98,6									38,4
Fuerza Motriz Móvil						32,2		99,8		34,9
Fuerza Motriz Fija						67,8		0,2	29,1	7,8
Frío de Proceso									29,8	7,5
Riego y Bombeo									25,2	6,4
Viviendas Colectivas	1,4				100,0				9,4	3,4
<b>Total</b>	<b>100,0</b>				<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

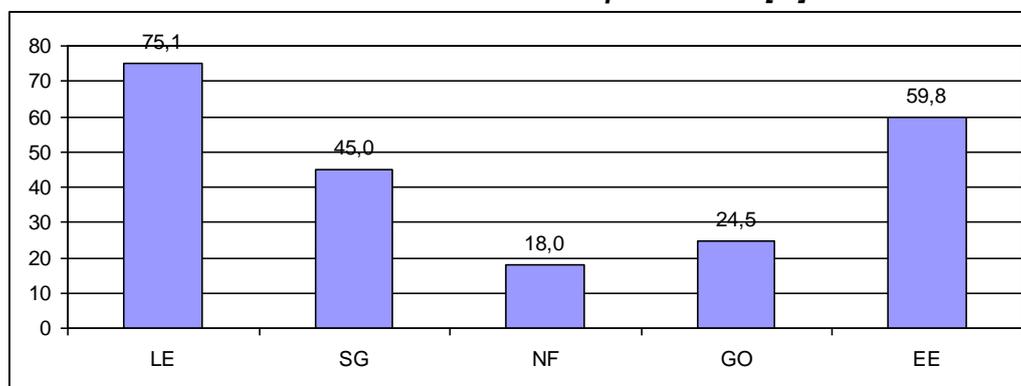
El Cuadro 6.2.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del sector es de un 41,7%, destacándose el alto rendimiento de Calor (80,0%), y de Riego y Bombeo (79,9%). Los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (16,3%) y Fuerza Motriz Móvil (24,5%).

Cuadro 6.2.7  
Subsector Viticultura  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									16,3	16,3
Calor	80,0									80,0
Fuerza Motriz Móvil						18,0		24,5		24,5
Fuerza Motriz Fija						18,0		24,0	85,6	71,7
Frío de Proceso									58,8	58,8
Riego y Bombeo									79,9	79,9
Viviendas Colectivas	14,1				45,0				85,6	44,2
<b>Total</b>	<b>75,1</b>				<b>45,0</b>	<b>18,0</b>		<b>24,5</b>	<b>59,8</b>	<b>41,7</b>

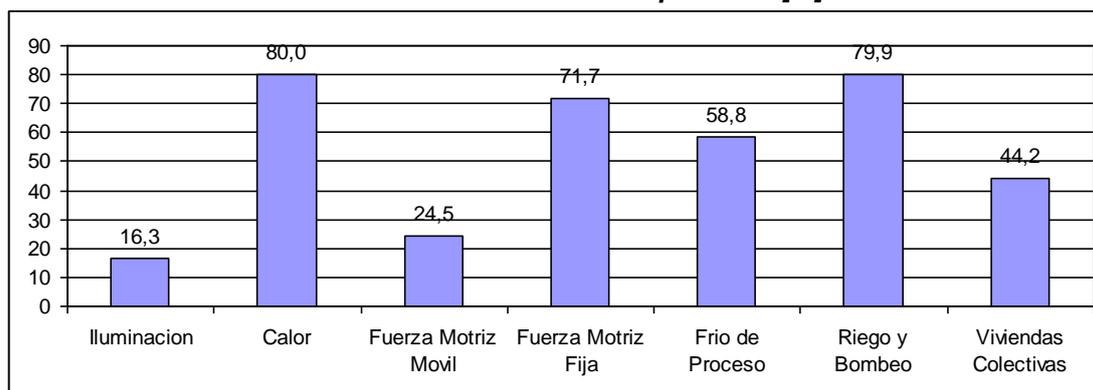
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.2.3  
Subsector Viticultura  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.2.4  
Subsector Viticultura  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.2.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Viticultura, el que alcanza los 329,8 Tep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 193,4 Tep.

En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 194,6 Tep.

Cuadro 6.2.8  
Subsector Viticultura  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									44,4	44,4
Calor	43,2									43,2
Fuerza Motriz Móvil						1,5		193,1		194,6
Fuerza Motriz Fija						3,2		0,3	5,6	9,1
Frío de Proceso									31,2	31,2
Riego y Bombeo									7,2	7,2
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>	<b>43,2</b>					<b>4,7</b>		<b>193,4</b>	<b>88,5</b>	<b>329,8</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.2.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.2.9  
Subsector Viticultura  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									39,2	39,2
Calor	8,0									8,0
Fuerza Motriz Móvil						14,3		12,2		12,2
Fuerza Motriz Fija						14,4		11,1	5,9	7,5
Frío de Proceso									21,8	21,8
Riego y Bombeo									8,1	8,1
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>	<b>7,5</b>					<b>14,3</b>		<b>12,2</b>	<b>18,7</b>	<b>12,3</b>

Fuente: Elaboración propia

### 6.3. Horticultura

La superficie total plantada de este subsector corresponde a 20.547 há y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 3,9 kTep, representando un 2,5% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por hectárea es de 187,4 kep/há.

En el Cuadro 6.3.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Horticultura.

Cuadro 6.3.1  
Subsector Horticultura  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									88	<b>88</b>
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					1	0	4	3.012		<b>3.018</b>
Fuerza Motriz Fija						22		7	18	<b>48</b>
Frío de Proceso									34	<b>34</b>
Riego y Bombeo						19		68	325	<b>412</b>
Viviendas Colectivas	166				22				64	<b>252</b>
<b>Total</b>	<b>166</b>				<b>23</b>	<b>41</b>	<b>4</b>	<b>3.088</b>	<b>528</b>	<b>3.851</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.3.2, se puede ver que representa el 80,2% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad con un 13,7%.

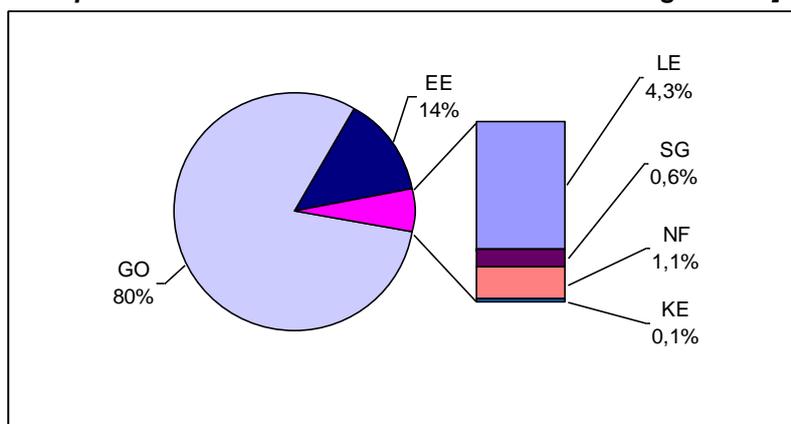
Cuadro 6.3.2  
Subsector Horticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	<b>100,0</b>
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					0,0	0,0	0,1	99,8		<b>100,0</b>
Fuerza Motriz Fija						47,0		15,7	37,4	<b>100,0</b>
Frío de Proceso									100,0	<b>100,0</b>
Riego y Bombeo						4,5		16,6	78,9	<b>100,0</b>
Viviendas Colectivas	65,9				8,6				25,4	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>4,3</b>				<b>0,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,1</b>	<b>80,2</b>	<b>13,7</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El principal uso donde hay competencia entre las fuentes es la Fuerza Motriz Fija, donde la Nafta predomina por sobre la Electricidad y el Gas Oil (47,0%, 37,4% y 15,7%, respectivamente). En Riego y Bombeo, es la Electricidad la que predomina por sobre el Gas Oil y la Nafta (78,9%, 16,6% y 4,5%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación y en Frío de Proceso, mientras que en Fuerza Motriz Móvil, el Gas Oil prácticamente no tiene competencia, imponiéndose por sobre el Queroseno, la Nafta y el Supergás (99,8% para el Gas Oil).

Gráfico 6.3.1  
Subsector Horticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

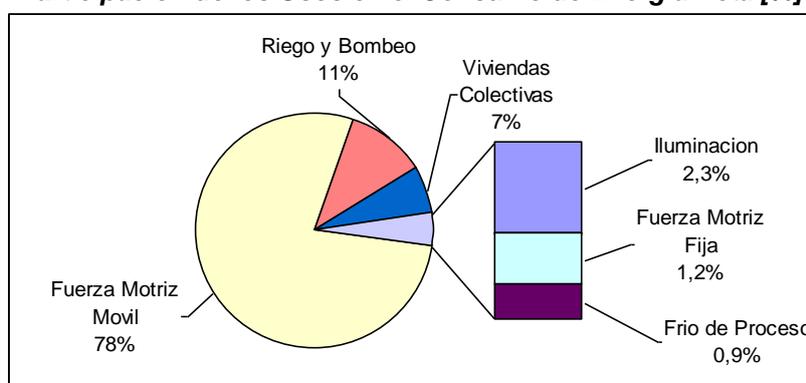
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.3.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 78,4% de la Energía Neta, y en segundo lugar, el Riego y Bombeo con un 10,7%.

Cuadro 6.3.3  
Subsector Horticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									16,6	2,3
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					5,3	0,9	100,0	97,5		78,4
Fuerza Motriz Fija						53,9		0,2	3,4	1,2
Frío de Proceso									6,4	0,9
Riego y Bombeo						45,1		2,2	61,5	10,7
Viviendas Colectivas	100,0				94,7				12,1	6,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>				<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.3.2  
Subsector Horticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.3.4, la Energía Útil para este subsector es de 1,2 kTep, representando el 2,5% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 30,5%.

Cuadro 6.3.4  
Subsector Horticultura  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									12	12
Calor	-									-
Fuerza Motriz Móvil					0	0	1	751		752
Fuerza Motriz Fija						4		2	14	20
Frío de Proceso									18	18
Riego y Bombeo						3		20	264	287
Viviendas Colectivas	21				8				55	85
<b>Total</b>	<b>21</b>				<b>9</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>773</b>	<b>363</b>	<b>1.173</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.3.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, el Gas Oil disminuye su importancia relativa respecto a las demás fuentes (65,8%), aumentando su importancia relativa la Electricidad (30,9%), debido al bajo rendimiento del Gas Oil en sus usos, y el alto rendimiento de la Electricidad en los suyos.

Cuadro 6.3.5  
Subsector Horticultura  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					0,0	0,0	0,1	99,9		100,0
Fuerza Motriz Fija						20,5		9,1	70,4	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo						1,2		6,9	91,9	100,0
Viviendas Colectivas	25,0				10,0				65,0	100,0
<b>Total</b>	<b>1,8</b>				<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>65,8</b>	<b>30,9</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.3.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 64,1% en la Energía Útil, mientras que Riego y Bombeo un 24,5%.

Cuadro 6.3.6  
Subsector Horticultura  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									3,4	1,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					2,5	0,9	100,0	97,2		64,1
Fuerza Motriz Fija						53,9		0,2	3,8	1,7
Frío de Proceso									4,9	1,5
Riego y Bombeo						45,1		2,6	72,8	24,5
Viviendas Colectivas	100,0				97,5				15,2	7,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>				<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

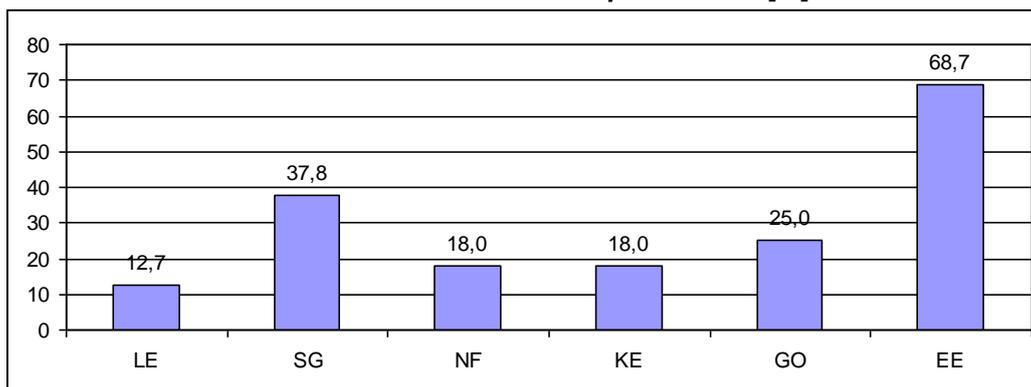
El Cuadro 6.3.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del subsector es de un 30,5%, siendo los más altos los correspondientes a Riego y Bombeo (69,8%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (13,8%) y Fuerza Motriz Móvil (24,9%).

Cuadro 6.3.7  
Subsector Horticultura  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									13,8	13,8
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					18,0	18,0	18,0	24,9		24,9
Fuerza Motriz Fija						18,0		24,0	77,9	41,3
Frío de Proceso									52,0	52,0
Riego y Bombeo						18,0		29,2	81,3	69,8
Viviendas Colectivas	12,7				38,9				86,0	33,6
<b>Total</b>	<b>12,7</b>				<b>37,8</b>	<b>18,0</b>	<b>18,0</b>	<b>25,0</b>	<b>68,7</b>	<b>30,5</b>

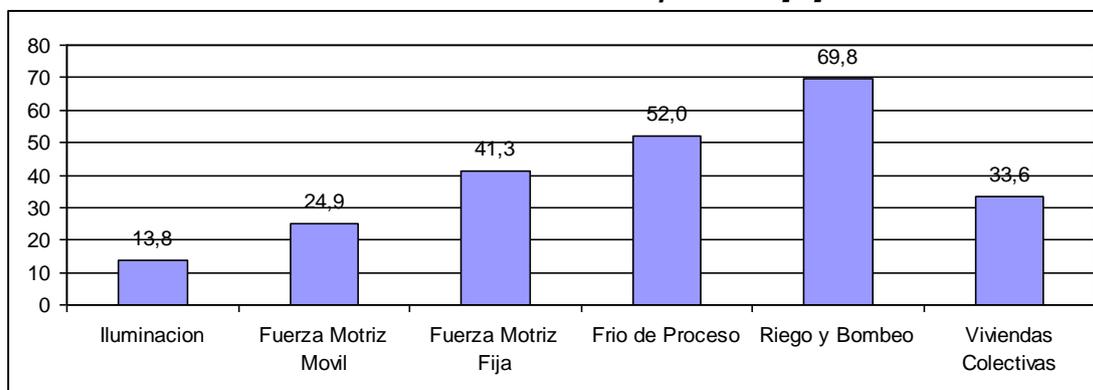
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.3.3  
Subsector Horticultura  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.3.4  
Subsector Horticultura  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.3.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Horticultura, el que alcanza los 526,2 Tep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas

Oil, con 443,8 Tep. En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 431,7 Tep.

Cuadro 6.3.8  
Subsector Horticultura  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									40,9	<b>40,9</b>
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					0,2	0,1	0,7	430,7		<b>431,7</b>
Fuerza Motriz Fija						3,3		0,8	1,6	<b>5,7</b>
Frío de Proceso									8,6	<b>8,6</b>
Riego y Bombeo						2,7		12,2	24,4	<b>39,3</b>
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>					<b>0,2</b>	<b>6,0</b>	<b>0,7</b>	<b>443,8</b>	<b>75,5</b>	<b>526,2</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.3.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.3.9  
Subsector Horticultura  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									46,6	<b>46,6</b>
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					14,3	14,3	15,9	14,3		<b>14,3</b>
Fuerza Motriz Fija						14,9		11,1	8,9	<b>12,1</b>
Frío de Proceso									25,3	<b>25,3</b>
Riego y Bombeo						14,3		17,9	7,5	<b>9,5</b>
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>					<b>0,8</b>	<b>14,6</b>	<b>15,9</b>	<b>14,4</b>	<b>14,3</b>	<b>13,7</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4. Cerealeros e industriales

La superficie total plantada de este subsector corresponde a 830.400 há y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 34,8 kTep, representando un 22,8% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por hectárea es de 42,0 kep/há.

En el Cuadro 6.4.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Cerealeros e industriales.

Cuadro 6.4.1  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									179	179
Calor	62		1.607							1.669
Fuerza Motriz Móvil						3		29.066		29.069
Fuerza Motriz Fija						67		1	31	99
Frío de Proceso									84	84
Riego y Bombeo				2.701		80			288	3.068
Viviendas Colectivas	525				41		1		100	668
<b>Total</b>	<b>587</b>		<b>1.607</b>	<b>2.701</b>	<b>41</b>	<b>150</b>	<b>1</b>	<b>29.066</b>	<b>681</b>	<b>34.836</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca la alta dependencia en el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.4.2 se puede ver que representa el 83,4% de la Energía Neta, seguido por la Energía Eólica con un 7,8%.

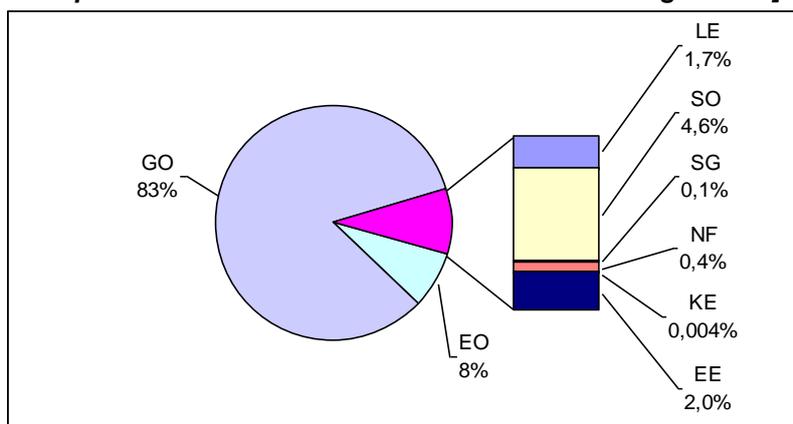
Cuadro 6.4.2  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	3,7		96,3							100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,0		100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						67,7		0,7	31,6	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				88,0		2,6			9,4	100,0
Viviendas Colectivas	78,6				6,2		0,2		15,0	100,0
<b>Total</b>	<b>1,7</b>		<b>4,6</b>	<b>7,8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>83,4</b>	<b>2,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Los usos donde hay competencia entre las fuentes es Fuerza Motriz Fija y Riego y Bombeo. En el primero, la Nafta predomina por sobre la Electricidad y el Gas Oil (67,7%, 31,6% y 0,7%, respectivamente), mientras que en el segundo, la Energía Eólica es la que predomina por sobre la Electricidad y la Nafta (88,0%, 9,4% y 2,6%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación y en Frío de Proceso, mientras que el Gas Oil no tiene competencia en Fuerza Motriz Móvil, y la Energía Solar prácticamente en Calor (96,3%).

Gráfico 6.4.1  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

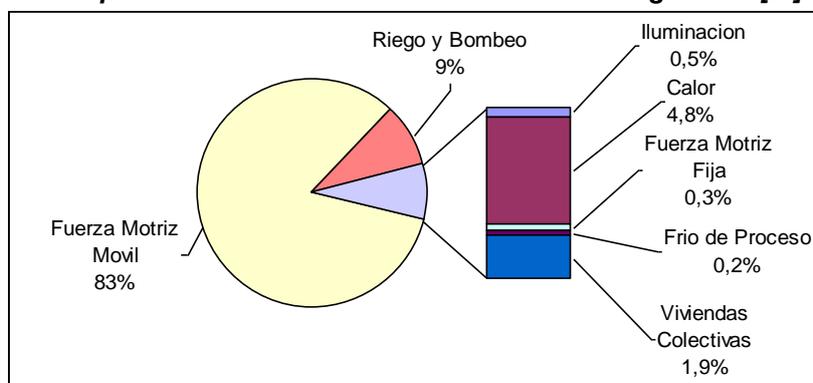
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.4.3, asociado a la tabla anterior en el consumo de Gas Oil, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el mismo porcentaje de participación en la Energía Neta que dicha fuente (83,4%).

Cuadro 6.4.3  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									26,2	0,5
Calor	10,6		100,0							4,8
Fuerza Motriz Móvil						2,2		100,0		83,4
Fuerza Motriz Fija						44,6		0,0	4,6	0,3
Frío de Proceso									12,3	0,2
Riego y Bombeo				100,0		53,2			42,2	8,8
Viviendas Colectivas	89,4				100,0		100,0		14,7	1,9
<b>Total</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>							

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.4.2  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.4.4, la Energía Útil para este subsector es de 9,5 kTep, representando el 18,0% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 27,3%.

Cuadro 6.4.4  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									24	24
Calor	31		289							320
Fuerza Motriz Móvil						1		8.254		8.254
Fuerza Motriz Fija						12		0	25	37
Frío de Proceso									44	44
Riego y Bombeo				405		14			246	666
Viviendas Colectivas	76				17		0		85	179
<b>Total</b>	<b>107</b>		<b>289</b>	<b>405</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>8.254</b>	<b>424</b>	<b>9.524</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.4.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, la importancia relativa del Gas Oil es tan alta, combinado con el bajo rendimiento en general del sector, que las importancias relativas entre las fuentes no cambian significativamente respecto a la Energía Neta.

Cuadro 6.4.5  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	9,7		90,3							100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,0		100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						32,2		0,4	67,4	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				60,9		2,2			37,0	100,0
Viviendas Colectivas	42,8				9,4		0,0		47,8	100,0
<b>Total</b>	<b>1,1</b>		<b>3,0</b>	<b>4,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>86,7</b>	<b>4,5</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.4.6 se muestra que por la misma razón anterior, los distintos usos mantienen las importancias relativas vistas para la Energía Neta.

Cuadro 6.4.6  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									5,6	0,2
Calor	28,9		100,0							3,4
Fuerza Motriz Móvil						2,2		100,0		86,7
Fuerza Motriz Fija						44,6		0,0	5,9	0,4
Frío de Proceso									10,4	0,5
Riego y Bombeo				100,0		53,2			58,0	7,0
Viviendas Colectivas	71,1				100,0		100,0		20,1	1,9
<b>Total</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>							

Fuente: Elaboración propia

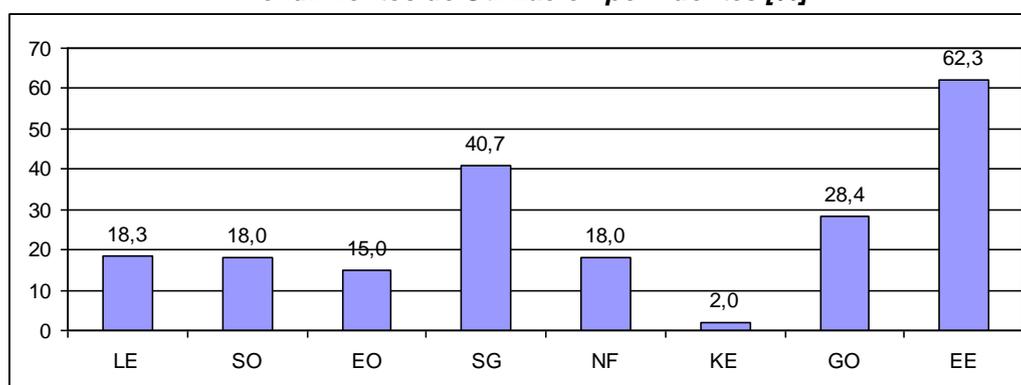
El Cuadro 6.4.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector, destacándose el bajo rendimiento general del subsector (27,3%), siendo los rendimientos más altos los correspondientes a Frío de Proceso (52,8%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (13,2%) y Calor (19,2%).

Cuadro 6.4.7  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									13,2	13,2
Calor	50,0		18,0							19,2
Fuerza Motriz Móvil						18,0		28,4		28,4
Fuerza Motriz Fija						18,0		24,0	80,6	37,8
Frío de Proceso									52,8	52,8
Riego y Bombeo				15,0		18,0			85,6	21,7
Viviendas Colectivas	14,6				40,7		2,0		85,0	26,7
<b>Total</b>	<b>18,3</b>		<b>18,0</b>	<b>15,0</b>	<b>40,7</b>	<b>18,0</b>	<b>2,0</b>	<b>28,4</b>	<b>62,3</b>	<b>27,3</b>

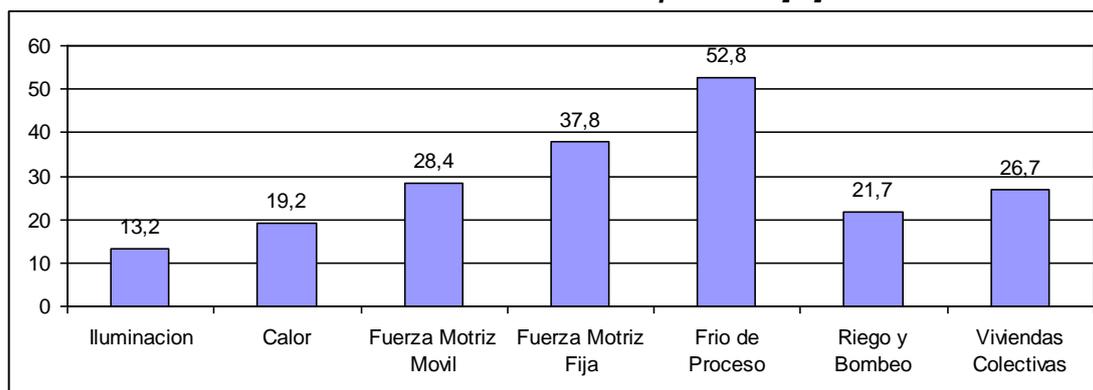
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.4.3  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.4.4  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.4.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Cerealeros e industriales, el que alcanza los 4,6 kTep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 4,4 kTep. En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 4,4 kTep.

Cuadro 6.4.8  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									89	89
Calor	23									23
Fuerza Motriz Móvil						0		4.424		4.425
Fuerza Motriz Fija						10		0	2	12
Frío de Proceso									21	21
Riego y Bombeo						11			17	28
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>	<b>23</b>					<b>22</b>		<b>4.425</b>	<b>129</b>	<b>4.599</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.4.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.4.9  
Subsector Cerealeros e industriales  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									49,8	49,8
Calor	37,5									1,4
Fuerza Motriz Móvil						14,3		15,2		15,2
Fuerza Motriz Fija						14,5		35,1	7,8	12,5
Frío de Proceso									24,9	24,9
Riego y Bombeo						14,3			5,9	0,9
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>	<b>4,0</b>					<b>14,4</b>		<b>15,2</b>	<b>19,0</b>	<b>13,2</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.5. Arroz

La superficie total plantada de este subsector corresponde a 145.375 há y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 28,8 kTep, representando un 18,8% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por hectárea es de 198,4 kep.

En el Cuadro 6.5.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Arroz.

Cuadro 6.5.1  
Subsector Arroz  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									52	52
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								21.261		21.261
Fuerza Motriz Fija						149			0	149
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				35		0		2.110	5.003	7.148
Viviendas Colectivas	115				116				6	237
<b>Total</b>	<b>115</b>			<b>35</b>	<b>116</b>	<b>149</b>		<b>23.372</b>	<b>5.061</b>	<b>28.848</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.5.2 se puede ver que representa el 81,0% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad con un 17,5%.

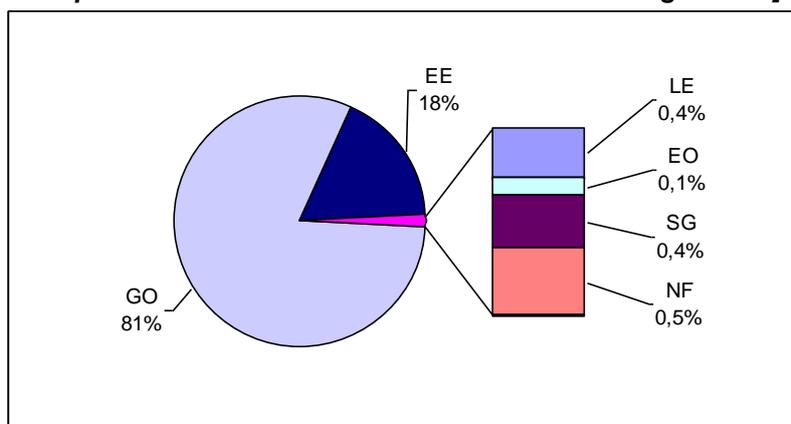
Cuadro 6.5.2  
Subsector Arroz  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						99,8			0,2	100,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				0,5		0,0		29,5	70,0	100,0
Viviendas Colectivas	48,4				49,1				2,6	100,0
<b>Total</b>	<b>0,4</b>			<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>		<b>81,0</b>	<b>17,5</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El principal uso donde hay competencia entre las fuentes es Riego y Bombeo, donde la Electricidad predomina por sobre el Gas Oil, la Energía Eólica y la Nafta (70,0%, 29,5%, 0,5% y 0,004%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación, mientras el Gas Oil no tiene competencia en Fuerza Motriz Móvil, y la Nafta prácticamente no tiene competencia en Fuerza Motriz Fija (99,8%).

Gráfico 6.5.1  
Subsector Arroz  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

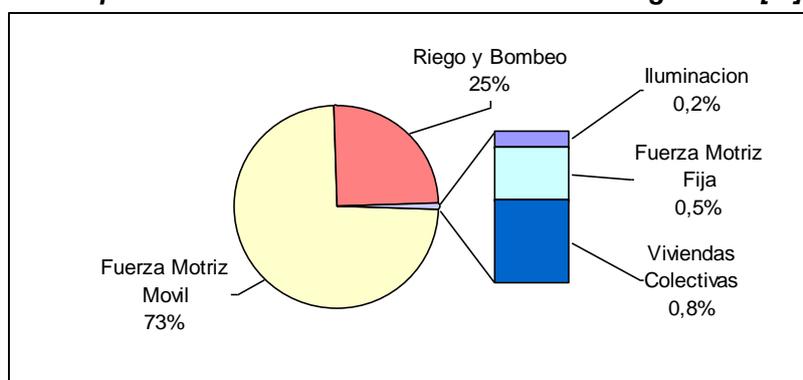
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.5.3 destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 73,7% de la Energía Neta, seguido por Riego y Bombeo con un 24,8%.

Cuadro 6.5.3  
Subsector Arroz  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									1,0	0,2
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								91,0		73,7
Fuerza Motriz Fija						99,8			0,0	0,5
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				100,0		0,2		9,0	98,8	24,8
Viviendas Colectivas	100,0				100,0				0,1	0,8
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.5.2  
Subsector Arroz  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.5.4, la Energía Útil para este subsector es de 11,5 Tep, representando el 21,8% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 40,0%.

Cuadro 6.5.4  
Subsector Arroz  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									4	4
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								6.103		6.103
Fuerza Motriz Fija						27			0	27
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				5		0		627	4.707	5.339
Viviendas Colectivas	17				43				5	65
<b>Total</b>	<b>17</b>			<b>5</b>	<b>43</b>	<b>27</b>		<b>6.730</b>	<b>4.716</b>	<b>11.539</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.5.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, el Gas Oil disminuye su importancia relativa respecto a las demás fuentes (58,3%), aumentando su importancia relativa la Electricidad (40,9%), debido al bajo rendimiento del Gas Oil en sus usos, y el alto rendimiento de la Electricidad en los suyos.

Cuadro 6.5.5  
Subsector Arroz  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						99,2			0,8	100,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				0,1		0,0		11,7	88,2	100,0
Viviendas Colectivas	25,5				66,8				7,7	100,0
<b>Total</b>	<b>0,1</b>			<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>		<b>58,3</b>	<b>40,9</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.5.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 52,9% en la Energía Útil, mientras que Riego y Bombeo un 46,3% de la Energía Útil.

Cuadro 6.5.6  
Subsector Arroz  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									0,1	0,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								90,7		52,9
Fuerza Motriz Fija						99,8			0,0	0,2
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				100,0		0,2		9,3	99,8	46,3
Viviendas Colectivas	100,0				100,0				0,1	0,6
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

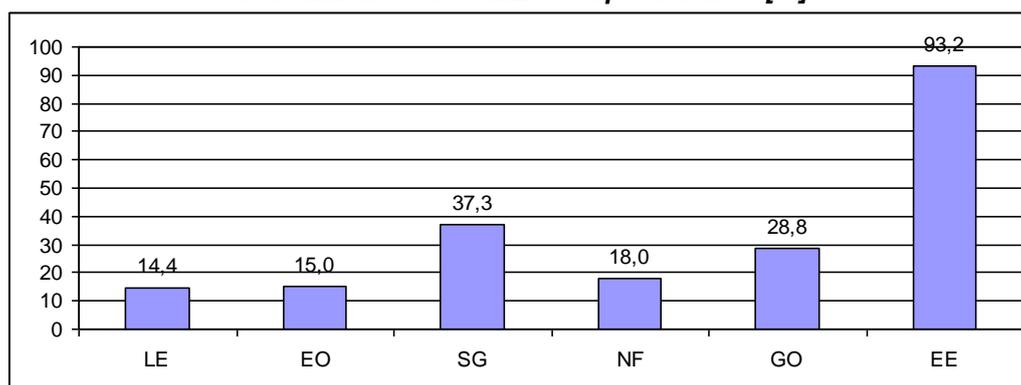
El Cuadro 6.5.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del sector es de un 40,0%, siendo los más altos los correspondientes a Riego y Bombeo (74,7%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (7,3%) y Fuerza Motriz Fija (18,1%).

Cuadro 6.5.7  
Subsector Arroz  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									7,3	7,3
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								28,7		28,7
Fuerza Motriz Fija						18,0			75,1	18,1
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				15,0		18,0		29,7	94,1	74,7
Viviendas Colectivas	14,4				37,3				81,6	27,4
<b>Total</b>	<b>14,4</b>			<b>15,0</b>	<b>37,3</b>	<b>18,0</b>		<b>28,8</b>	<b>93,2</b>	<b>40,0</b>

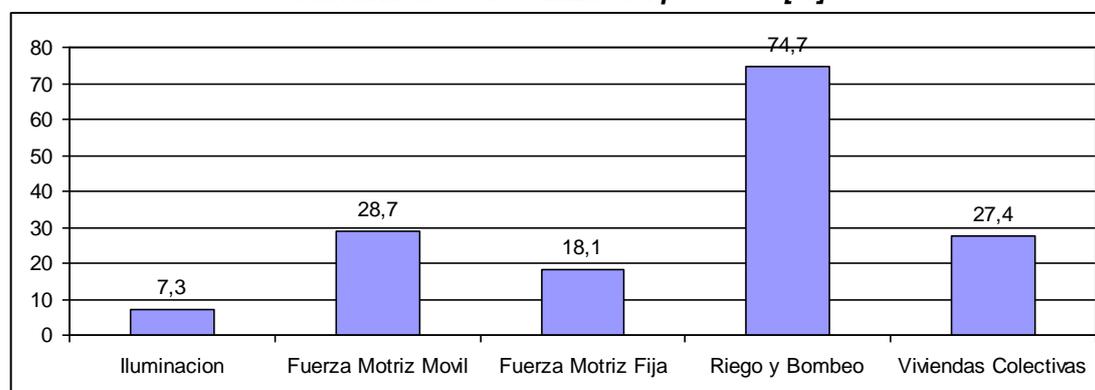
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.5.3  
Subsector Arroz  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.5.4  
Subsector Arroz  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.5.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Arroz, el que alcanza los 4,0 kTep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 3,8 kTep. En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 3,5 kTep.

Cuadro 6.5.8  
Subsector Arroz  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									37	37
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								3.453		3.453
Fuerza Motriz Fija						22			0	22
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo						0		391	90	481
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>22</b>		<b>3.843</b>	<b>127</b>	<b>3.992</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.5.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.5.9  
Subsector Arroz  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									70,8	70,8
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								16,2		16,2
Fuerza Motriz Fija						14,4			10,2	14,4
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo						14,3		18,5	1,8	6,7
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>14,4</b>		<b>16,4</b>	<b>2,5</b>	<b>13,8</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.6. Vacunos Leche

Para este subsector en particular, la expansión se hace en base a la cantidad de leche producida, siendo para este sector, 1.576 millones de litros anuales, y el consumo total de Energía Neta del subsector es de 27,3 kTep, representando un 17,8% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por millón de litros de leche es de 17,3 Tep.

En el Cuadro 6.6.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Vacunos Leche.

Cuadro 6.6.1  
Subsector Vacunos Leche  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									445	445
Calor	1.641				63					1.703
Fuerza Motriz Móvil						15		16.389		16.404
Fuerza Motriz Fija						203		133	225	561
Frío de Proceso									6.476	6.476
Riego y Bombeo				226		9		41	716	992
Viviendas Colectivas	258				100				336	694
<b>Total</b>	<b>1.898</b>			<b>226</b>	<b>163</b>	<b>227</b>		<b>16.563</b>	<b>8.198</b>	<b>27.275</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.6.2, se puede ver que representa el 60,7% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad, con un 30,1%.

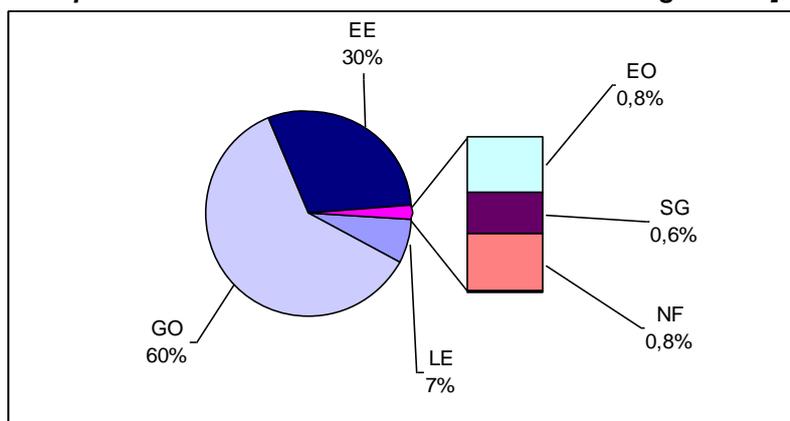
Cuadro 6.6.2  
Subsector Vacunos Leche  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	96,3				3,7					100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,1		99,9		100,0
Fuerza Motriz Fija						36,1		23,7	40,2	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				22,8		0,9		4,2	72,1	100,0
Viviendas Colectivas	37,1				14,5				48,4	100,0
<b>Total</b>	<b>7,0</b>			<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>		<b>60,7</b>	<b>30,1</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El principal uso donde hay competencia entre las fuentes es la Fuerza Motriz Fija, donde la Electricidad predomina levemente por sobre la Nafta y el Gas Oil (40,2%, 36,1% y 23,7%, respectivamente). En Calor, es la Leña la que predomina por sobre el Supergás (96,3% y 3,7%, respectivamente). En Riego y Bombeo, es la Electricidad la que predomina por sobre la Energía Eólica, el Gas Oil y la Nafta (72,1%, 22,8%, 4,2% y 0,9%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación y en Frío de Proceso, mientras que en Fuerza Motriz Móvil, el Gas Oil prácticamente no tiene competencia por sobre la Nafta (99,9% para el Gas Oil).

Gráfico 6.6.1  
Subsector Vacunos Leche  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

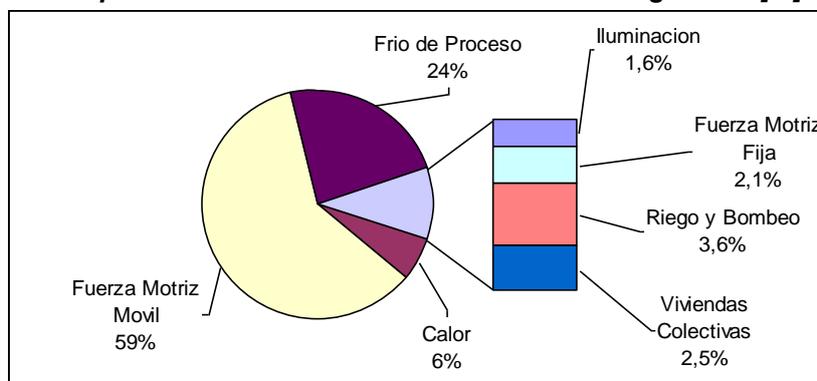
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.6.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 60,1% de la Energía Neta y en segundo lugar Frío de Proceso con un 23,7%.

Cuadro 6.6.3  
Subsector Vacunos Leche  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									5,4	1,6
Calor	86,4				38,4					6,2
Fuerza Motriz Móvil						6,6		98,9		60,1
Fuerza Motriz Fija						89,4		0,8	2,7	2,1
Frío de Proceso									79,0	23,7
Riego y Bombeo				100,0		4,0		0,2	8,7	3,6
Viviendas Colectivas	13,6				61,6				4,1	2,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.6.2  
Subsector Vacunos Leche  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.6.4, la Energía Útil para este subsector es de 9,8 kTep, representando el 18,4% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 35,8%.

Cuadro 6.6.4  
Subsector Vacunos Leche  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									72	72
Calor	738				31					770
Fuerza Motriz Móvil						3		4.243		4.245
Fuerza Motriz Fija						36		38	184	258
Frío de Proceso									3.476	3.476
Riego y Bombeo				34		2		10	553	599
Viviendas Colectivas	38				45				258	341
<b>Total</b>	<b>776</b>			<b>34</b>	<b>77</b>	<b>41</b>		<b>4.291</b>	<b>4.542</b>	<b>9.760</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.6.5, se muestra que respecto a la Energía Útil, el Gas Oil disminuye su importancia relativa respecto a las demás fuentes (44,0%), aumentando su importancia relativa la Electricidad (46,5%), debido al menor rendimiento de uso del Gas Oil, frente al alto rendimiento de uso de la Electricidad.

Cuadro 6.6.5  
Subsector Vacunos Leche  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	95,9				4,1					100,0
Fuerza Motriz Móvil						0,1		99,9		100,0
Fuerza Motriz Fija						14,1		14,8	71,1	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				5,7		0,3		1,7	92,4	100,0
Viviendas Colectivas	11,1				13,2				75,7	100,0
<b>Total</b>	<b>8,0</b>			<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>		<b>44,0</b>	<b>46,5</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.6.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 43,5% en la Energía Útil, mientras que Frío de Proceso un 35,6% de la Energía Útil.

Cuadro 6.6.6  
Subsector Vacunos Leche  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									1,6	0,7
Calor	95,1				40,9					7,9
Fuerza Motriz Móvil						6,6		98,9		43,5
Fuerza Motriz Fija						89,4		0,9	4,0	2,6
Frío de Proceso									76,5	35,6
Riego y Bombeo				100,0		4,0		0,2	12,2	6,1
Viviendas Colectivas	4,9				59,1				5,7	3,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

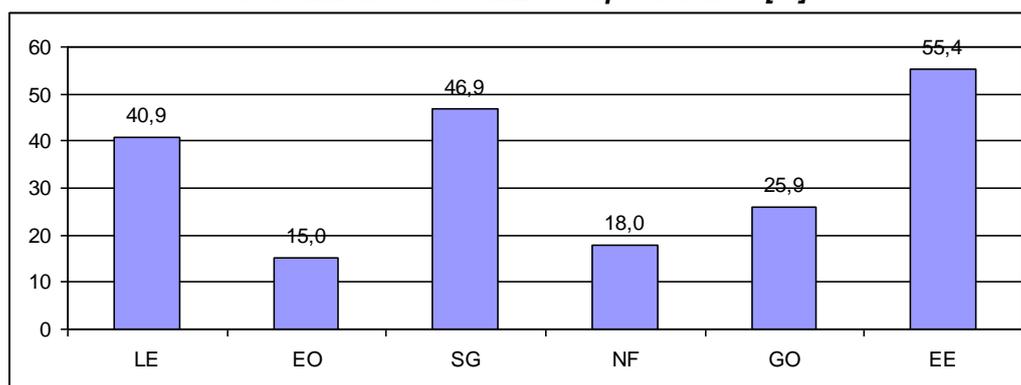
El Cuadro 6.6.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del sector es de un 35,8%, siendo los más altos los correspondientes a Riego y Bombeo (60,3%) y Frío de Proceso (53,7%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (16,1%) y Fuerza Motriz Móvil (25,9%).

Cuadro 6.6.7  
Subsector Vacunos Leche  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									16,1	16,1
Calor	45,0				50,0					45,2
Fuerza Motriz Móvil						18,0		25,9		25,9
Fuerza Motriz Fija						18,0		28,8	81,5	46,1
Frío de Proceso									53,7	53,7
Riego y Bombeo				15,0		18,0		24,0	77,3	60,3
Viviendas Colectivas	14,7				45,0				76,9	49,2
<b>Total</b>	<b>40,9</b>			<b>15,0</b>	<b>46,9</b>	<b>18,0</b>		<b>25,9</b>	<b>55,4</b>	<b>35,8</b>

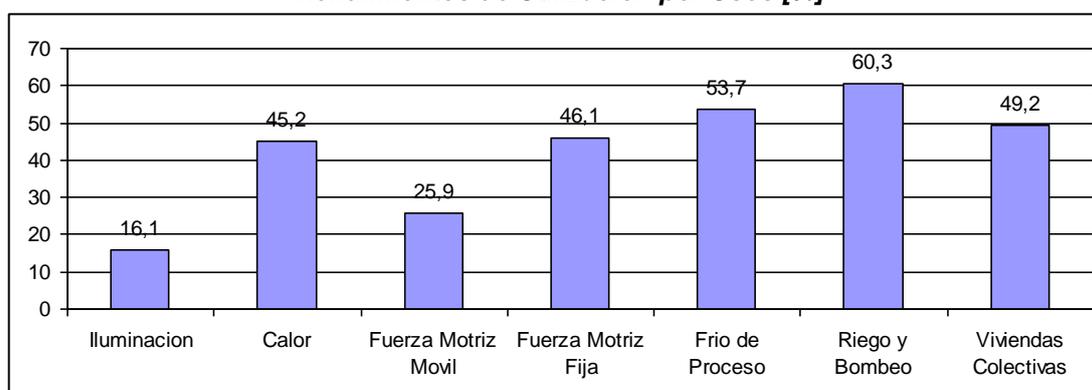
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.6.3  
Subsector Vacunos Leche  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.6.4  
Subsector Vacunos Leche  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.6.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Vacunos Leche, el que alcanza los 4,3 kTep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 2,5 kTep. En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 2,5 kTep.

Cuadro 6.6.8  
Subsector Vacunos Leche  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									164	164
Calor										
Fuerza Motriz Móvil						2		2.457		2.459
Fuerza Motriz Fija						30		24	17	70
Frío de Proceso									1.584	1.584
Riego y Bombeo						1		5	66	72
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>33</b>		<b>2.485</b>	<b>1.830</b>	<b>4.349</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.6.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.6.9  
Subsector Vacunos Leche  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									36,8	36,8
Calor										
Fuerza Motriz Móvil						14,3		15,0		15,0
Fuerza Motriz Fija						14,7		17,8	7,5	12,5
Frío de Proceso									24,5	24,5
Riego y Bombeo						14,3		11,1	9,2	7,2
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>14,7</b>		<b>15,0</b>	<b>22,3</b>	<b>15,9</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.7. Vacunos Carne

La superficie total plantada de este subsector corresponde a 430.000 há de cultivos forrajeros, y el consumo total de Energía Neta es de 13,4 kTep, representando un 8,7% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por hectárea es de 31,1 kep/há.

En el Cuadro 6.7.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Vacunos Carne.

Cuadro 6.7.1  
Subsector Vacunos Carne  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									141	141
Calor			51							51
Fuerza Motriz Móvil					7	39		11.299		11.345
Fuerza Motriz Fija						123		5	3	131
Frío de Proceso									7	7
Riego y Bombeo				126		0			323	449
Viviendas Colectivas	686				75		0		470	1.231
<b>Total</b>	<b>686</b>		<b>51</b>	<b>126</b>	<b>82</b>	<b>162</b>	<b>0</b>	<b>11.304</b>	<b>943</b>	<b>13.355</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.7.2, se puede ver que representa el 84,6% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad con un 7,1%.

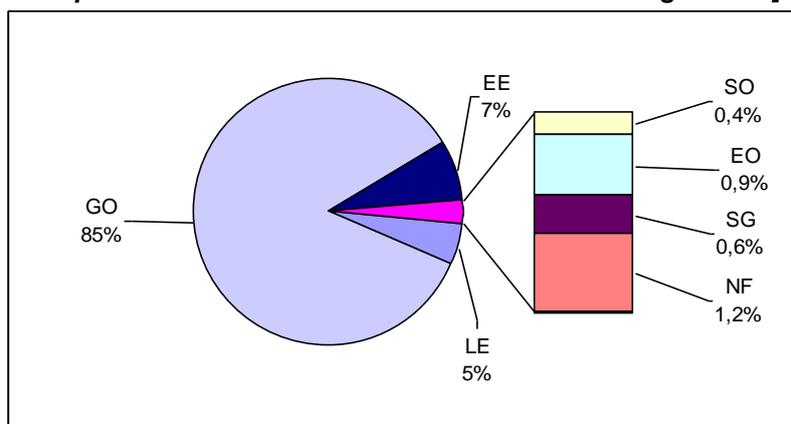
Cuadro 6.7.2  
Subsector Vacunos Carne  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor			100,0							100,0
Fuerza Motriz Móvil					0,1	0,3		99,6		100,0
Fuerza Motriz Fija						93,9		3,8	2,4	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				28,1		0,0			71,9	100,0
Viviendas Colectivas	55,7				6,1		0,0		38,2	100,0
<b>Total</b>	<b>5,1</b>		<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>	<b>0,0</b>	<b>84,6</b>	<b>7,1</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En este subsector, prácticamente no se da competencia entre las fuentes, donde para cada uso, predomina una fuente por sobre las demás. De este modo, para la Fuerza Motriz Móvil, predomina el Gas Oil con un 99,6%; para la Fuerza Motriz Fija, la Nafta con un 93,9%, y para Riego y Bombeo, la Electricidad con un 71,9%, seguido por la Energía Eólica con un 28,1%. Adicionalmente, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación y en Frío de Proceso.

Gráfico 6.7.1  
Subsector Vacunos Carne  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

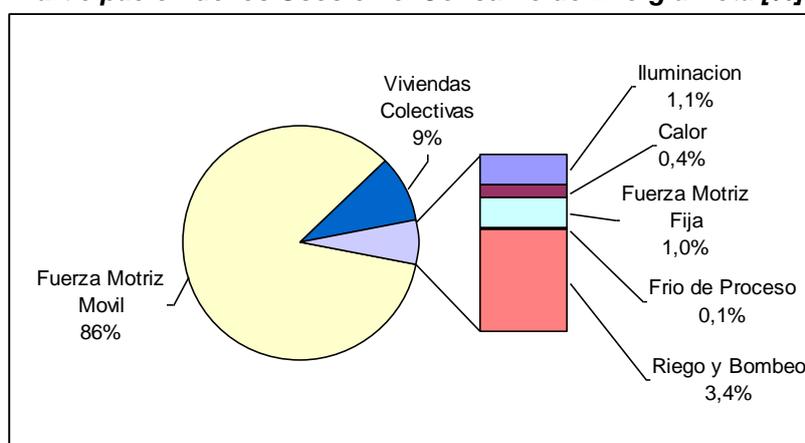
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.7.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 84,9% de la Energía Neta, y en segundo lugar, las Viviendas Colectivas con un 9,2%.

Cuadro 6.7.3  
Subsector Vacunos Carne  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									15,0	1,1
Calor			100,0							0,4
Fuerza Motriz Móvil					8,8	24,1		100,0		84,9
Fuerza Motriz Fija						75,9		0,0	0,3	1,0
Frío de Proceso									0,7	0,1
Riego y Bombeo				100,0		0,0			34,2	3,4
Viviendas Colectivas	100,0				91,2		100,0		49,8	9,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>							

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.7.2  
Subsector Vacunos Carne  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.7.4, la Energía Útil para este subsector es de 3,8 kTep, representando el 7,1% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 28,2%.

Cuadro 6.7.4  
Subsector Vacunos Carne  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									10	<b>10</b>
<b>Calor</b>			9							<b>9</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>					1	7		2.899		<b>2.907</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						22		1	2	<b>26</b>
<b>Frío de Proceso</b>									3	<b>3</b>
<b>Riego y Bombeo</b>				19		0			263	<b>282</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>	103				23		0		405	<b>531</b>
<b>Total</b>	<b>103</b>		<b>9</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>2.900</b>	<b>684</b>	<b>3.769</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.7.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, el Gas Oil disminuye su importancia relativa respecto a las demás fuentes (77,0%), aumentando su importancia relativa la Electricidad (18,1%), debido al bajo rendimiento del Gas Oil en sus usos, y el alto rendimiento de la Electricidad en los suyos.

Cuadro 6.7.5  
Subsector Vacunos Carne  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									100,0	<b>100,0</b>
<b>Calor</b>			100,0							<b>100,0</b>
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>					0,0	0,2		99,7		<b>100,0</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						85,9		4,6	9,5	<b>100,0</b>
<b>Frío de Proceso</b>									100,0	<b>100,0</b>
<b>Riego y Bombeo</b>				6,7		0,0			93,3	<b>100,0</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>	19,4				4,4		0,0		76,3	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>2,7</b>		<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>77,0</b>	<b>18,1</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.7.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 77,1% en la Energía Útil, mientras que Viviendas Colectivas un 14,1% de la Energía Útil.

Cuadro 6.7.6  
Subsector Vacunos Carne  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									1,5	0,3
Calor			100,0							0,2
Fuerza Motriz Móvil					5,3	24,1		100,0		77,1
Fuerza Motriz Fija						75,9		0,0	0,4	0,7
Frío de Proceso									0,5	0,1
Riego y Bombeo				100,0		0,0			38,5	7,5
Viviendas Colectivas	100,0				94,7		100,0		59,2	14,1
<b>Total</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>							

Fuente: Elaboración propia

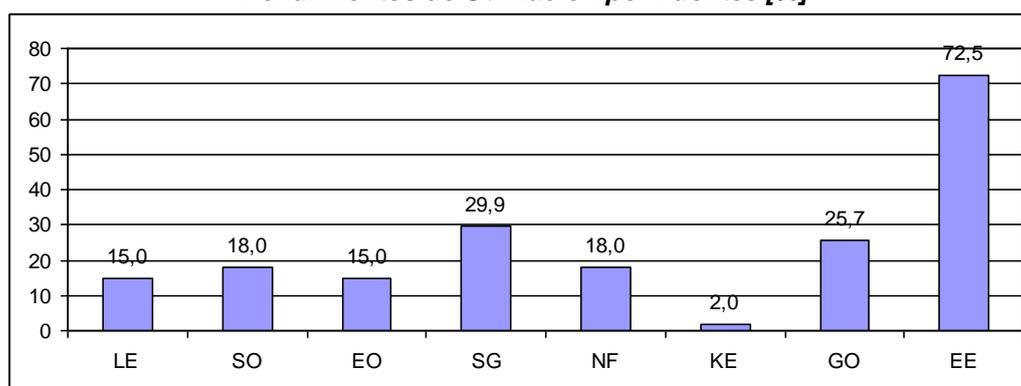
El Cuadro 6.7.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del subsector es de un 28,2%, siendo los más altos los correspondientes a Riego y Bombeo (62,8%) y Frío de Proceso (50,6%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (7,1%) y Calor (18,0%).

Cuadro 6.7.7  
Subsector Vacunos Carne  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									7,1	7,1
Calor			18,0							18,0
Fuerza Motriz Móvil					18,0	18,0		25,7		25,6
Fuerza Motriz Fija						18,0		24,0	79,3	19,7
Frío de Proceso									50,6	50,6
Riego y Bombeo				15,0		18,0			81,5	62,8
Viviendas Colectivas	15,0				31,0		2,0		86,2	43,2
<b>Total</b>	<b>15,0</b>		<b>18,0</b>	<b>15,0</b>	<b>29,9</b>	<b>18,0</b>	<b>2,0</b>	<b>25,7</b>	<b>72,5</b>	<b>28,2</b>

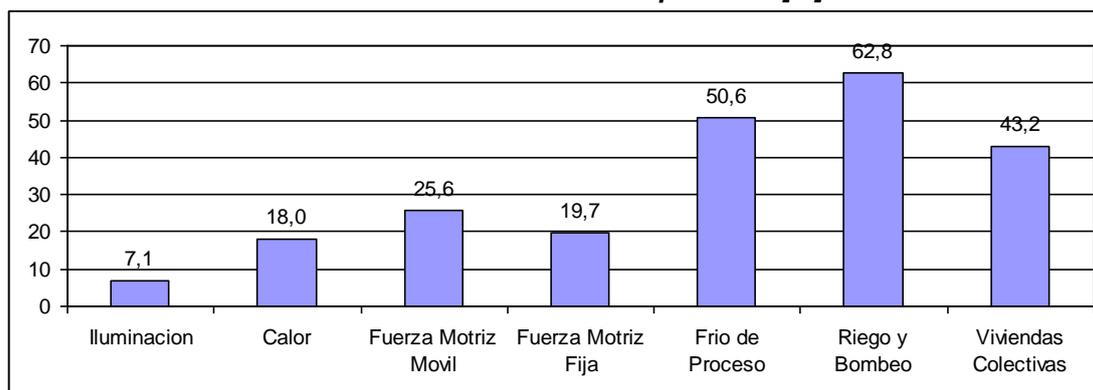
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.7.3  
Subsector Vacunos Carne  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.7.4  
Subsector Vacunos Carne  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.7.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Vacunos Carne, el que alcanza los 2,2 kTep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 2,1 kTep.

En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 2,1 kTep.

Cuadro 6.7.8  
Subsector Vacunos Carne  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									101	101
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					1	6		2.078		2.085
Fuerza Motriz Fija						18		1	0	19
Frío de Proceso									2	2
Riego y Bombeo						0			24	24
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>					<b>1</b>	<b>24</b>		<b>2.079</b>	<b>127</b>	<b>2.231</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.7.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.7.9  
Subsector Vacunos Carne  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									71,7	71,7
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					14,3	15,8		18,4		18,4
Fuerza Motriz Fija						14,6		11,1	8,4	14,4
Frío de Proceso									26,0	26,0
Riego y Bombeo						14,3			7,4	5,4
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>					<b>1,3</b>	<b>14,9</b>		<b>18,4</b>	<b>13,5</b>	<b>16,7</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.8. Ovinos

Este subsector tiene en total 10.323.000 cabezas de ganado y su consumo total de Energía Neta es de 9,4 kTep, representando un 6,1% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por cabeza de ganado es de 0,9 kep.

En el Cuadro 6.8.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Ovinos.

Cuadro 6.8.1  
Subsector Ovinos  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									179	179
Calor					109		142			251
Fuerza Motriz Móvil								3.778		3.778
Fuerza Motriz Fija						420		10		430
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				189		83		38	40	351
Viviendas Colectivas	3.675				466		166		102	4.409
<b>Total</b>	<b>3.675</b>			<b>189</b>	<b>575</b>	<b>504</b>	<b>308</b>	<b>3.826</b>	<b>321</b>	<b>9.398</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil y de Leña, siendo éste uno de los pocos subsectores donde el consumo de Gas Oil es comparable con el de otra fuente, aunque la Leña se destina íntegramente para usos en las Viviendas Colectivas. En el Cuadro 6.8.2, se puede ver que el Gas Oil representa el 40,7% de la Energía Neta, seguido por la Leña con un 39,1%.

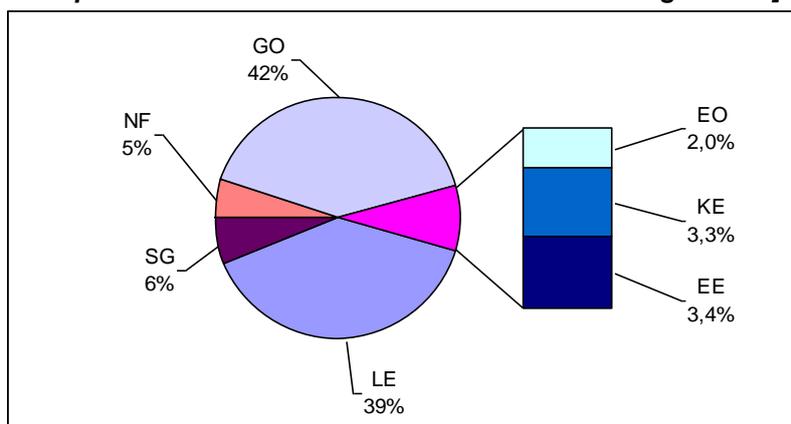
Cuadro 6.8.2  
Subsector Ovinos  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor					43,3		56,7			100,0
Fuerza Motriz Móvil								100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						97,8		2,2		100,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				54,0		23,8		10,9	11,4	100,0
Viviendas Colectivas	83,4				10,6		3,8		2,3	100,0
<b>Total</b>	<b>39,1</b>			<b>2,0</b>	<b>6,1</b>	<b>5,4</b>	<b>3,3</b>	<b>40,7</b>	<b>3,4</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

El principal uso donde hay competencia entre las fuentes es en Calor, donde el Queroseno predomina por sobre el Supergás (56,7% y 43,3%, respectivamente). En Riego y Bombeo, es la Energía Eólica la que predomina por sobre el Nafta, la Electricidad y el Gas Oil (54,0%, 23,8%, 11,4 y 10,9%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación, mientras que en Fuerza Motriz Móvil, el Gas Oil no tiene competencia. En Fuerza Motriz Fija, el Nafta prácticamente no tiene competencia frente al Gas Oil (97,8% y 2,2%, respectivamente).

Gráfico 6.8.1  
Subsector Ovinos  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

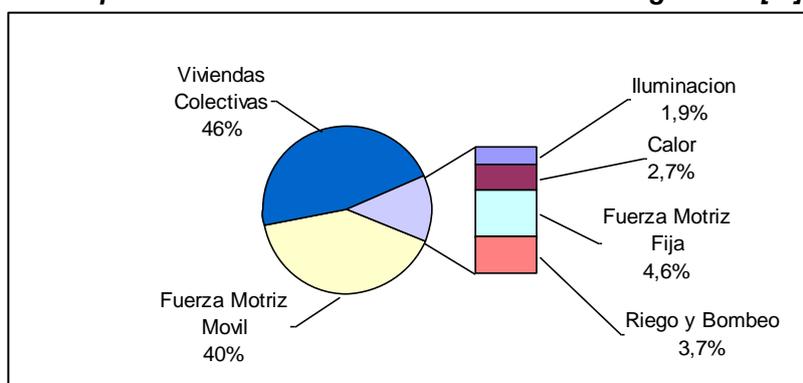
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.8.3, destaca las Viviendas Colectivas, con el 46,9% de la Energía Neta, y en segundo lugar, la Fuerza Motriz Móvil 40,2%.

Cuadro 6.8.3  
Subsector Ovinos  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									55,8	1,9
Calor					18,9		46,2			2,7
Fuerza Motriz Móvil								98,8		40,2
Fuerza Motriz Fija						83,4		0,2		4,6
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				100,0		16,6		1,0	12,4	3,7
Viviendas Colectivas	100,0				81,1		53,8		31,8	46,9
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>						

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.8.2  
Subsector Ovinos  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.8.4, la Energía Útil para este subsector es de 2,1 kTep, representando el 3,9% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 22,0%.

Cuadro 6.8.4  
Subsector Ovinos  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									14	14
Calor					54		71			125
Fuerza Motriz Móvil								987		987
Fuerza Motriz Fija						76		2		78
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				28		15		9	31	83
Viviendas Colectivas	529				170		7		71	776
<b>Total</b>	<b>529</b>			<b>28</b>	<b>224</b>	<b>91</b>	<b>78</b>	<b>999</b>	<b>115</b>	<b>2.064</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.8.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, las fuentes mantienen sus importancias relativas, debido principalmente al bajo rendimiento global del subsector, disminuyendo levemente la Leña y el Gas Oil, y aumentando el Supergás y la Electricidad.

Cuadro 6.8.5  
Subsector Ovinos  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor					43,3		56,7			100,0
Fuerza Motriz Móvil								100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						97,1		2,9		100,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				34,1		18,0		11,0	36,9	100,0
Viviendas Colectivas	68,2				21,8		0,9		9,1	100,0
<b>Total</b>	<b>25,6</b>			<b>1,4</b>	<b>10,8</b>	<b>4,4</b>	<b>3,8</b>	<b>48,4</b>	<b>5,6</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.8.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, mantienen sus importancias relativas, aumentando levemente Calor y Fuerza Motriz Móvil, y disminuyendo Viviendas Colectivas.

Cuadro 6.8.6  
Subsector Ovinos  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									12,1	0,7
Calor					24,3		91,3			6,1
Fuerza Motriz Móvil								98,9		47,8
Fuerza Motriz Fija						83,4		0,2		3,8
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				100,0		16,6		0,9	26,6	4,0
Viviendas Colectivas	100,0				75,7		8,7		61,3	37,6
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>						

Fuente: Elaboración propia

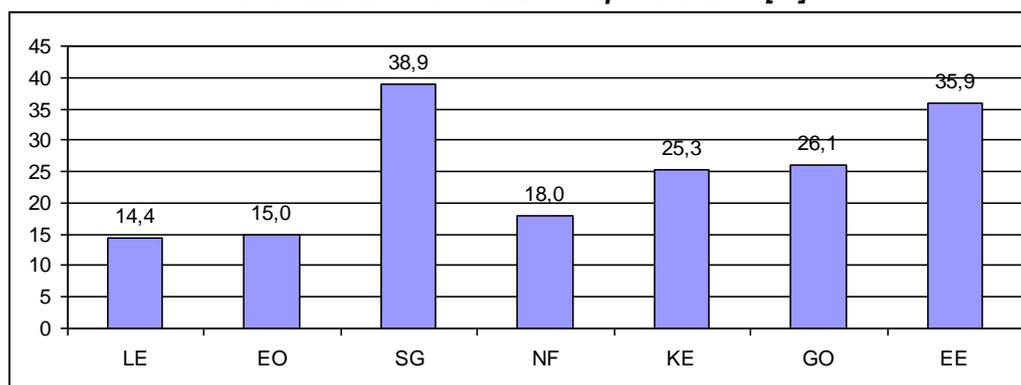
El Cuadro 6.8.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector, destacándose el bajo rendimiento del subsector en general (22,0%), siendo los más altos los correspondientes a Calor (50,0%) y Fuerza Motriz Móvil (26,1%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (7,8%) y Viviendas Colectivas (17,6%).

Cuadro 6.8.7  
Subsector Ovinos  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									7,8	7,8
Calor					50,0		50,0			50,0
Fuerza Motriz Móvil								26,1		26,1
Fuerza Motriz Fija						18,0		24,0		18,1
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				15,0		18,0		24,0	76,8	23,7
Viviendas Colectivas	14,4				36,4		4,1		69,2	17,6
<b>Total</b>	<b>14,4</b>			<b>15,0</b>	<b>38,9</b>	<b>18,0</b>	<b>25,3</b>	<b>26,1</b>	<b>35,9</b>	<b>22,0</b>

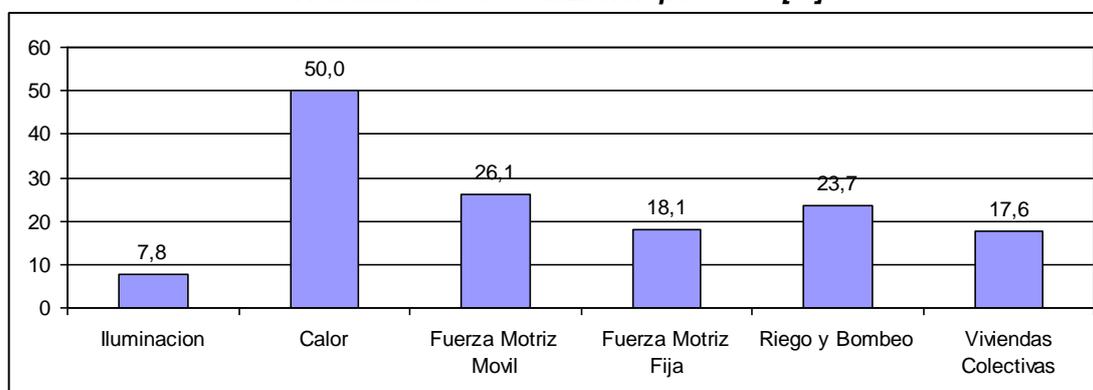
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.8.3  
Subsector Ovinos  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.8.4  
Subsector Ovinos  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.8.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Ovinos, el que alcanza los 668,9 Tep. La fuente que presenta el mayor ahorro es el Gas Oil, con 467,7 Tep. En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Fuerza Motriz Móvil, con 462,4 Tep.

Cuadro 6.8.8  
Subsector Ovinos  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									125,5	125,5
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								462,4		462,4
Fuerza Motriz Fija						60,0		1,1		61,1
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo						11,9		4,2	3,8	19,9
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>71,9</b>		<b>467,7</b>	<b>129,2</b>	<b>668,9</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.8.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.8.9  
Subsector Ovinos  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									70,1	70,1
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								12,2		12,2
Fuerza Motriz Fija						14,3		11,1		14,2
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo						14,3		11,1	9,4	5,7
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>						<b>14,3</b>		<b>12,2</b>	<b>40,3</b>	<b>7,1</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.9. Porcinos

Este subsector tiene en total 245.000 cabezas de ganado y su consumo total de Energía Neta es de 629,6 Tep, representando un 0,4% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por cabeza de ganado es de 2,6 kep/cabeza.

En el Cuadro 6.9.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Porcinos.

Cuadro 6.9.1  
Subsector Porcinos  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									50,2	50,2
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					5,1			278,1		283,2
Fuerza Motriz Fija						34,1			31,9	66,0
Frío de Proceso									12,9	12,9
Riego y Bombeo				33,1					49,8	82,9
Viviendas Colectivas	76,7				9,4		37,3		11,0	134,4
<b>Total</b>	<b>76,7</b>			<b>33,1</b>	<b>14,5</b>	<b>34,1</b>	<b>37,3</b>	<b>278,1</b>	<b>155,8</b>	<b>629,6</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.9.2, se puede ver que representa el 44,2% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad con un 24,7%.

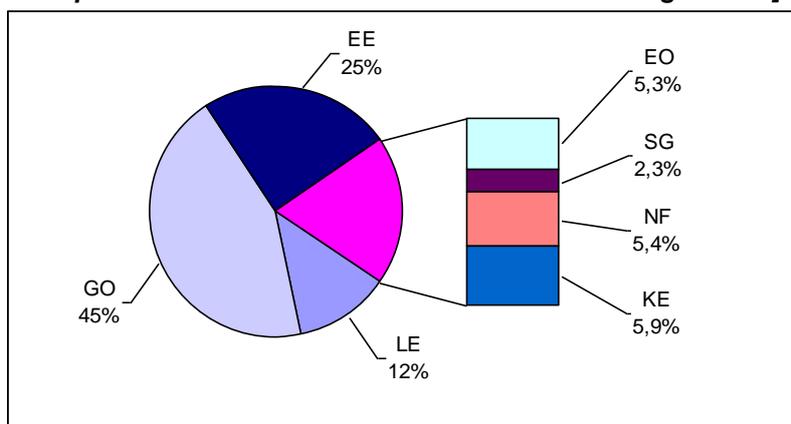
Cuadro 6.9.2  
Subsector Porcinos  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					1,8			98,2		100,0
Fuerza Motriz Fija						51,6			48,4	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				39,9					60,1	100,0
Viviendas Colectivas	57,1				7,0		27,8		8,2	100,0
<b>Total</b>	<b>12,2</b>			<b>5,3</b>	<b>2,3</b>	<b>5,4</b>	<b>5,9</b>	<b>44,2</b>	<b>24,7</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Los únicos usos donde hay "competencia" entre las fuentes es la Fuerza Motriz Fija, donde la Nafta predomina por sobre la Electricidad (51,6% y 48,4%, respectivamente), y Riego y Bombeo, donde la Electricidad predomina por sobre Eólica (60,1% y 39,9%, respectivamente). Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación, Frío de Proceso y Riego y Bombeo, mientras que en fuerza Motriz Móvil, el Gas Oil prácticamente no tiene competencia por sobre el Supergás (98,2% para el Gas Oil).

Gráfico 6.9.1  
Subsector Porcinos  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

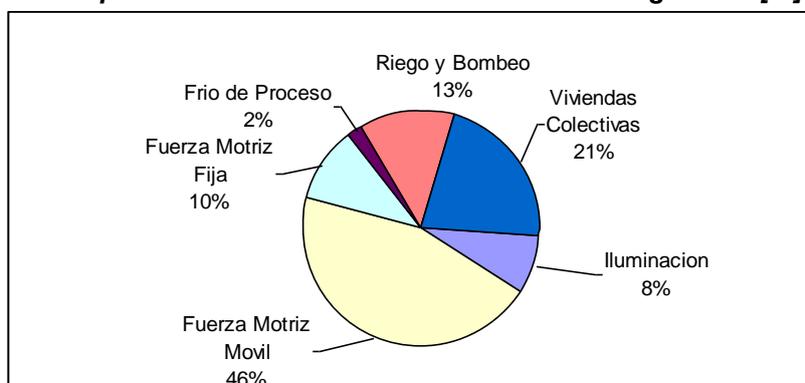
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.9.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 45,0% de la Energía Neta, y en segundo lugar, las Viviendas Colectivas con un 21,3%.

Cuadro 6.9.3  
Subsector Porcinos  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									32,2	8,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					35,2			100,0		45,0
Fuerza Motriz Fija						100,0			20,5	10,5
Frío de Proceso									8,3	2,0
Riego y Bombeo				100,0					32,0	13,2
Viviendas Colectivas	100,0				64,8		100,0		7,1	21,3
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>						

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.9.2  
Subsector Porcinos  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.9.4, la Energía Útil para este subsector es de 179,4 Tep, representando el 0,3% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 28,5%.

Cuadro 6.9.4  
Subsector Porcinos  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									3,9	3,9
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					0,9			66,8		67,7
Fuerza Motriz Fija						6,1			27,1	33,2
Frío de Proceso									6,0	6,0
Riego y Bombeo				5,0					39,3	44,3
Viviendas Colectivas	9,7				3,3		2,6		8,6	24,2
<b>Total</b>	<b>9,7</b>			<b>5,0</b>	<b>4,2</b>	<b>6,1</b>	<b>2,6</b>	<b>66,8</b>	<b>85,0</b>	<b>179,4</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.9.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, el Gas Oil disminuye levemente su importancia relativa respecto a las demás fuentes (37,2%), siendo superado en importancia relativa por la Electricidad (47,4%), debido al bajo rendimiento del Gas Oil en sus usos, y el alto rendimiento de la Electricidad en los suyos.

Cuadro 6.9.5  
Subsector Porcinos  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					1,4			98,6		100,0
Fuerza Motriz Fija						18,5			81,5	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				11,2					88,8	100,0
Viviendas Colectivas	40,1				13,6		10,7		35,5	100,0
<b>Total</b>	<b>5,4</b>			<b>2,8</b>	<b>2,4</b>	<b>3,4</b>	<b>1,5</b>	<b>37,2</b>	<b>47,4</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.9.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 37,7% en la Energía Útil, mientras que Riego y Bombeo un 24,7% de la Energía Útil.

Cuadro 6.9.6  
Subsector Porcinos  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									4,6	2,2
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					21,7			100,0		37,7
Fuerza Motriz Fija						100,0			31,9	18,5
Frío de Proceso									7,1	3,4
Riego y Bombeo				100,0					46,3	24,7
Viviendas Colectivas	100,0				78,3		100,0		10,1	13,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>						

Fuente: Elaboración propia

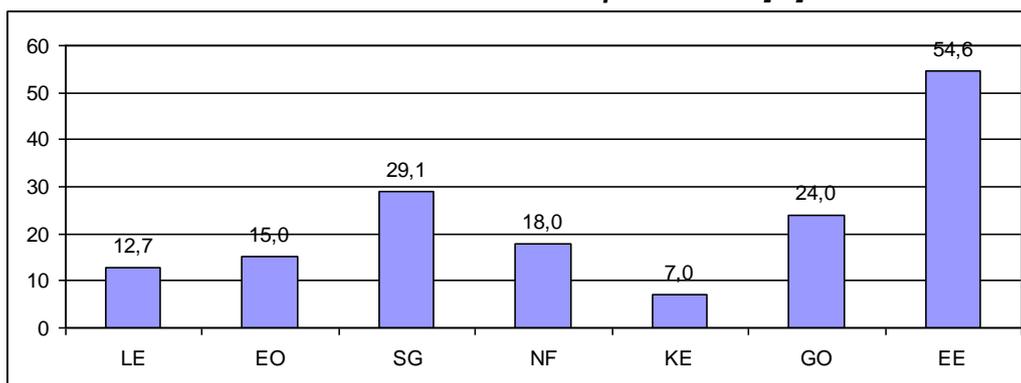
El Cuadro 6.9.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector. El rendimiento global del subsector es de un 28,5%, siendo los más altos los correspondientes a Riego y Bombeo (53,4%) y Fuerza Motriz Fija (50,4%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (7,9%) y Viviendas Colectivas (18,0%).

Cuadro 6.9.7  
Subsector Porcinos  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									7,9	7,9
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					18,0			24,0		23,9
Fuerza Motriz Fija						18,0			84,9	50,4
Frío de Proceso									46,9	46,9
Riego y Bombeo				15,0					79,0	53,4
Viviendas Colectivas	12,7				35,2		7,0		78,2	18,0
<b>Total</b>	<b>12,7</b>			<b>15,0</b>	<b>29,1</b>	<b>18,0</b>	<b>7,0</b>	<b>24,0</b>	<b>54,6</b>	<b>28,5</b>

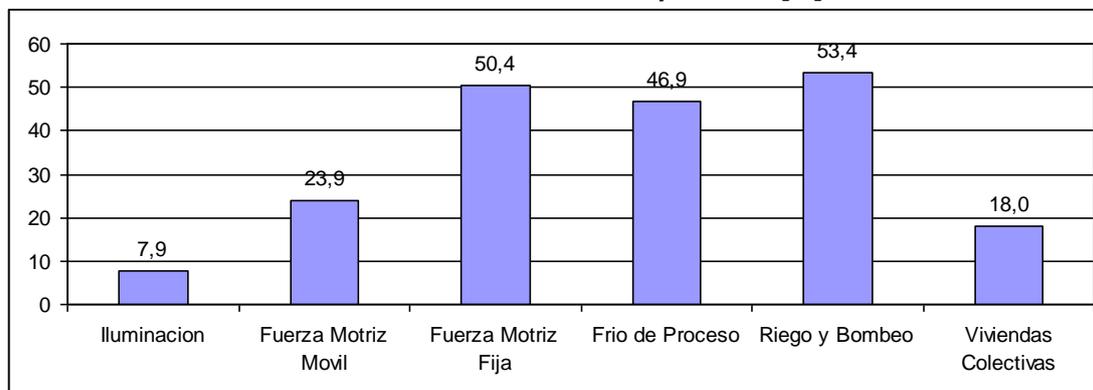
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.9.3  
Subsector Porcinos  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.9.4  
Subsector Porcinos  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.9.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Porcinos, el que alcanza los 81,8 Tep. La fuente que presenta el mayor ahorro es la Electricidad, con 45,3 Tep.

En cuanto a los usos, el mayor ahorro lo presenta la Iluminación, con 35,5 Tep.

Cuadro 6.9.8  
Subsector Porcinos  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									35,5	35,5
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					0,7			30,9		31,6
Fuerza Motriz Fija						4,9			1,9	6,8
Frío de Proceso									3,6	3,6
Riego y Bombeo									4,2	4,2
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>					<b>0,7</b>	<b>4,9</b>		<b>30,9</b>	<b>45,3</b>	<b>81,8</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.9.9 muestra la importancia relativa de los usos y las fuentes en el Potencial de Ahorro.

Cuadro 6.9.9  
Subsector Porcinos  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									70,7	70,7
Calor										
Fuerza Motriz Móvil					14,3			11,1		11,2
Fuerza Motriz Fija						14,3			6,1	10,3
Frío de Proceso									28,1	28,1
Riego y Bombeo									8,5	5,1
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>					<b>5,0</b>	<b>14,3</b>		<b>11,1</b>	<b>29,1</b>	<b>13,0</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.10. Aves

Este subsector tiene en total 28.090.808 cabezas de aves y su consumo total de Energía Neta 21,9 kTep, representando un 14,3% del total del Sector Agropecuario. El consumo específico por cabeza es de 0,8 kep/cabeza

En el Cuadro 6.10.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Aves.

Cuadro 6.10.1  
Subsector Aves  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									1.036	<b>1.036</b>
Calor	17.018				1.074				6	<b>18.099</b>
Fuerza Motriz Móvil						21		1.263		<b>1.285</b>
Fuerza Motriz Fija						6			789	<b>795</b>
Frío de Proceso									255	<b>255</b>
Riego y Bombeo				97		4		3	187	<b>291</b>
Viviendas Colectivas	47				10				46	<b>104</b>
<b>Total</b>	<b>17.066</b>			<b>97</b>	<b>1.085</b>	<b>32</b>		<b>1.266</b>	<b>2.319</b>	<b>21.864</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Leña, superando ampliamente cualquier otra fuente de energía. En el Cuadro 6.10.2, se puede ver que la Leña representa el 78,1% de la Energía Neta, seguido por la Electricidad con un 10,6%.

Cuadro 6.10.2  
Subsector Aves  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	<b>100,0</b>
Calor	94,0				5,9				0,0	<b>100,0</b>
Fuerza Motriz Móvil						1,7		98,3		<b>100,0</b>
Fuerza Motriz Fija						0,8			99,2	<b>100,0</b>
Frío de Proceso									100,0	<b>100,0</b>
Riego y Bombeo				33,4		1,3		1,1	64,2	<b>100,0</b>
Viviendas Colectivas	45,8				10,1				44,1	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>78,1</b>			<b>0,4</b>	<b>5,0</b>	<b>0,1</b>		<b>5,8</b>	<b>10,6</b>	<b>100,0</b>

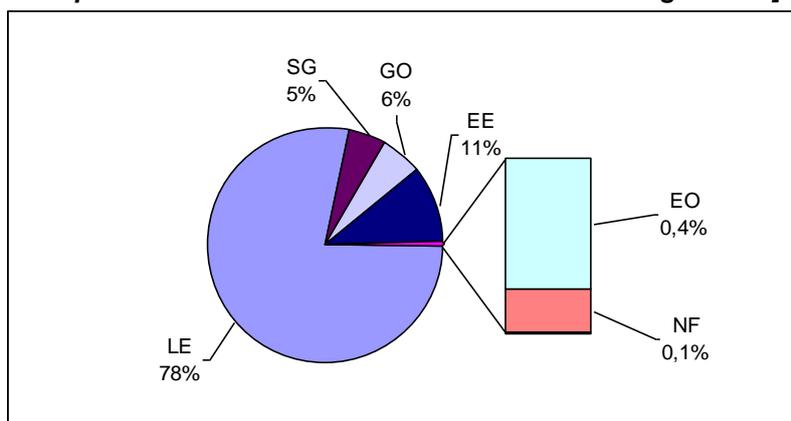
Fuente: Elaboración propia

En este subsector en general no hay competencia entre las fuentes, pues cada uso tiene una fuente predominante respecto a las demás. La única excepción es Riego y Bombeo donde existe un 64,2% de participación para la Electricidad y un 33,4% para la Energía Eólica, seguido por la Nafta y el Gas Oil, con un 1,3% y 1,1% respectivamente.

En el caso de Calor (principal uso del sector), el 94,0% de participación corresponde a la Leña, frente a un 5,9% para el Supergás; en Fuerza Motriz Móvil, el Gas Oil predomina con un 98,3% sobre la Nafta con un 1,7%; en Fuerza Motriz Fija, la Electricidad predomina con un 99,2% sobre la Nafta, con un 0,8%. Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación y en Frío de Proceso.

Gráfico 6.10.1  
Subsector Aves

**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.10.3, destaca ampliamente el Calor, con el 82,8% de la Energía Neta, y en segundo lugar, Fuerza Motriz Móvil con un 5,9%.

Cuadro 6.10.3  
Subsector Aves

**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**

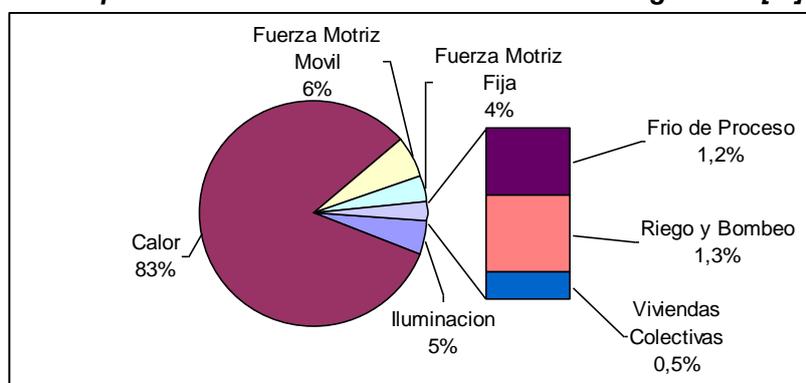
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									44,7	4,7
Calor	99,7				99,0				0,3	82,8
Fuerza Motriz Móvil						67,3		99,8		5,9
Fuerza Motriz Fija						20,5			34,0	3,6
Frío de Proceso									11,0	1,2
Riego y Bombeo				100,0		12,2		0,2	8,0	1,3
Viviendas Colectivas	0,3					1,0			2,0	0,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.10.2  
Subsector Aves

**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.10.4, la Energía Útil para este subsector es de 9.7 kTep, lo cual asociado al alto rendimiento del sector respecto a los demás (44,5% de rendimiento), alcanza a representar el 18,4% del total del Sector Agropecuario.

Cuadro 6.10.4  
Subsector Aves  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									191	191
Calor	7.658				537				6	8.201
Fuerza Motriz Móvil						4		327		331
Fuerza Motriz Fija						1			661	662
Frío de Proceso									133	133
Riego y Bombeo				15		1		1	145	161
Viviendas Colectivas	5				5				38	48
<b>Total</b>	<b>7.663</b>			<b>15</b>	<b>542</b>	<b>6</b>		<b>327</b>	<b>1.174</b>	<b>9.727</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.10.5 se muestra que respecto a la Energía Útil, la Leña aumenta su importancia relativa respecto a las demás fuentes, pasando de un 78,1% a un 78,8%, debido al alto rendimiento en sus usos.

Cuadro 6.10.5  
Subsector Aves  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor	93,4				6,5				0,1	100,0
Fuerza Motriz Móvil						1,2		98,8		100,0
Fuerza Motriz Fija						0,2			99,8	100,0
Frío de Proceso									100,0	100,0
Riego y Bombeo				9,0		0,4		0,5	90,1	100,0
Viviendas Colectivas	10,5				9,8				79,7	100,0
<b>Total</b>	<b>78,8</b>			<b>0,1</b>	<b>5,6</b>	<b>0,1</b>		<b>3,4</b>	<b>12,1</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.10.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, el Calor tiene una participación de un 84,3% en la Energía Útil, mientras que Fuerza Motriz Fija un 6,8%.

Cuadro 6.10.6  
Subsector Aves  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									16,3	2,0
Calor	99,9				99,1				0,5	84,3
Fuerza Motriz Móvil						67,3		99,8		3,4
Fuerza Motriz Fija						20,5			56,3	6,8
Frío de Proceso									11,3	1,4
Riego y Bombeo				100,0		12,2		0,2	12,4	1,7
Viviendas Colectivas	0,1				0,9				3,3	0,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>			<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

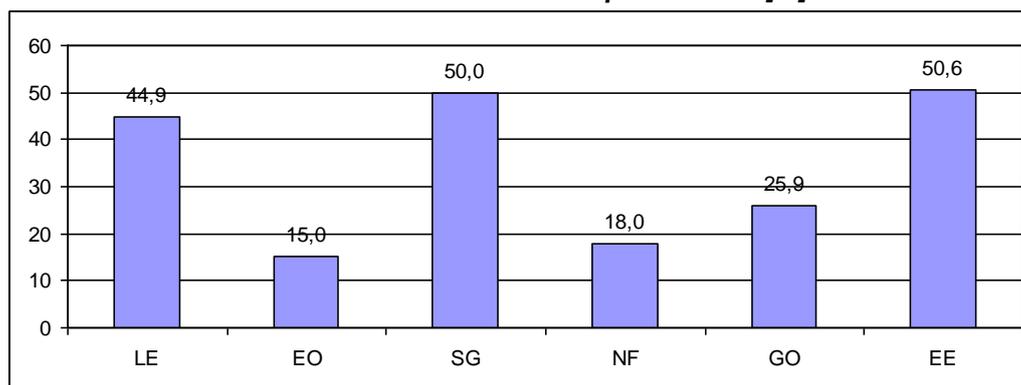
El Cuadro 6.10.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector, destacándose el alto rendimiento global del subsector (44,5%), siendo los más altos los correspondientes a Fuerza Motriz Fija (83,2%), seguido por Riego y Bombeo (55,4%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (18,4%) y Fuerza Motriz Móvil (25,7%).

Cuadro 6.10.7  
Subsector Aves  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									18,4	18,4
Calor	45,0				50,0				95,0	45,3
Fuerza Motriz Móvil						18,0		25,9		25,7
Fuerza Motriz Fija						18,0			83,8	83,2
Frío de Proceso									52,0	52,0
Riego y Bombeo				15,0		18,0		24,0	77,7	55,4
Viviendas Colectivas	10,7				45,0				83,7	46,4
<b>Total</b>	<b>44,9</b>			<b>15,0</b>	<b>50,0</b>	<b>18,0</b>		<b>25,9</b>	<b>50,6</b>	<b>44,5</b>

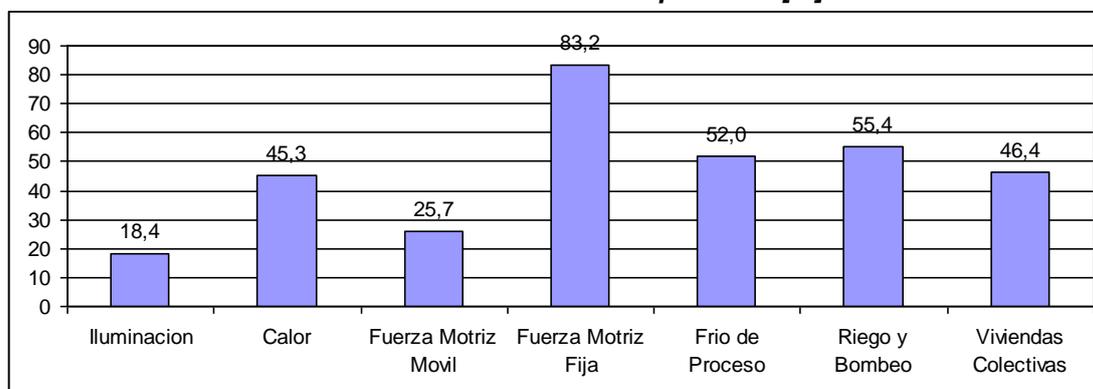
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.10.3  
Subsector Aves  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.10.4  
Subsector Aves  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.10.8 muestra el Potencial de Ahorro de Energía Neta para el Subsector Aves, el que alcanza 571,9 Tep. La fuente que presenta el mayor ahorro es la Electricidad, con 411,5 Tep. Entre los usos, destaca la Iluminación, con un potencial de ahorro de 278,1 Tep, seguido por la Fuerza Motriz Móvil con 158,5 Tep.

Cuadro 6.10.8  
Subsector Aves  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									278,1	<b>278,1</b>
<b>Calor</b>										
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>						3,0		155,5		<b>158,5</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						1,1			51,9	<b>52,9</b>
<b>Frío de Proceso</b>									64,6	<b>64,6</b>
<b>Riego y Bombeo</b>						0,6		0,3	16,9	<b>17,8</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>										
<b>Total</b>						<b>4,6</b>		<b>155,8</b>	<b>411,5</b>	<b>571,9</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.10.9 muestra los potenciales de ahorro en porcentaje, destacando Iluminación en donde el potencial de ahorro es de 26,8%, seguido por Frío de Proceso con un 25,3% y Fuerza Motriz Móvil con un 12,3%.

Cuadro 6.10.9  
Subsector Aves  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									26,8	<b>26,8</b>
<b>Calor</b>										
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>						14,3		12,3		<b>12,3</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						16,3			6,6	<b>6,7</b>
<b>Frío de Proceso</b>									25,3	<b>25,3</b>
<b>Riego y Bombeo</b>						14,3		11,1	9,0	<b>6,1</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>										
<b>Total</b>						<b>14,7</b>		<b>12,3</b>	<b>17,7</b>	<b>2,6</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.11. Forestal

La superficie total plantada de este subsector en el año 2006/2007 corresponde a 18.437 há y se cortaron 6.365.000 m<sup>3</sup> de madera, el cual suponiendo un valor medio de 200 m<sup>3</sup>/ha de bosque<sup>17</sup>, significa que se cortaron 31.825 ha de bosque. El consumo total de Energía Neta del subsector es de 1,8 kTep, representando un 1,2% del total del Sector Agropecuario.

En el Cuadro 6.11.1 se puede visualizar el consumo de Energía Neta por fuente y uso del subsector Forestal.

Cuadro 6.11.1  
Subsector Forestal  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									39	39
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								1.235		1.235
Fuerza Motriz Fija						75				75
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				18		1			25	45
Viviendas Colectivas	314	5			44		3		50	415
<b>Total</b>	<b>314</b>	<b>5</b>		<b>18</b>	<b>44</b>	<b>76</b>	<b>3</b>	<b>1.235</b>	<b>114</b>	<b>1.808</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca el consumo de Gas Oil, el cual según el Cuadro 6.11.2, se puede ver que representa el 68,3% de la Energía Neta, seguido por la Leña con un 17,4%.

Cuadro 6.11.2  
Subsector Forestal  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

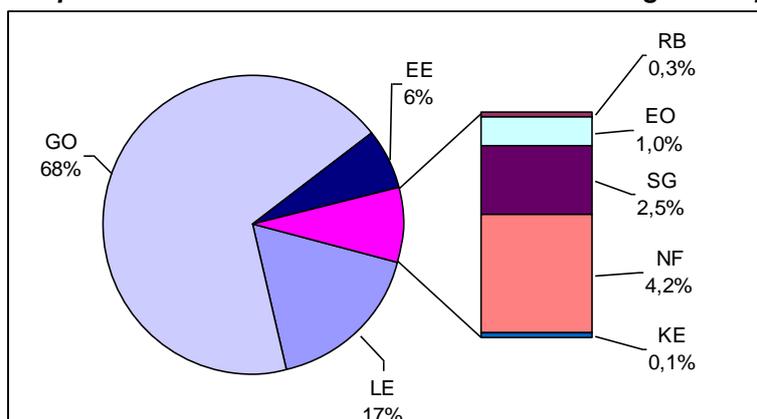
Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						100,0				100,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				41,0		2,9			56,1	100,0
Viviendas Colectivas	75,6	1,1			10,7		0,6		12,0	100,0
<b>Total</b>	<b>17,4</b>	<b>0,3</b>		<b>1,0</b>	<b>2,5</b>	<b>4,2</b>	<b>0,1</b>	<b>68,3</b>	<b>6,3</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el subsector prácticamente no existe competencia entre las fuentes, a excepción del uso Riego y Bombeo, donde predomina la Electricidad con un 56,1% frente a un 41,0% de la Energía Eólica y un 2,9% de la Nafta. Por su parte, la Electricidad no tiene competencia en Iluminación ni en Frío de Proceso, el Gas Oil en Fuerza Motriz Móvil y la Nafta en Fuerza Motriz Fija.

<sup>17</sup> Información proporcionada por DNETN.

Gráfico 6.11.1  
Subsector Forestal  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

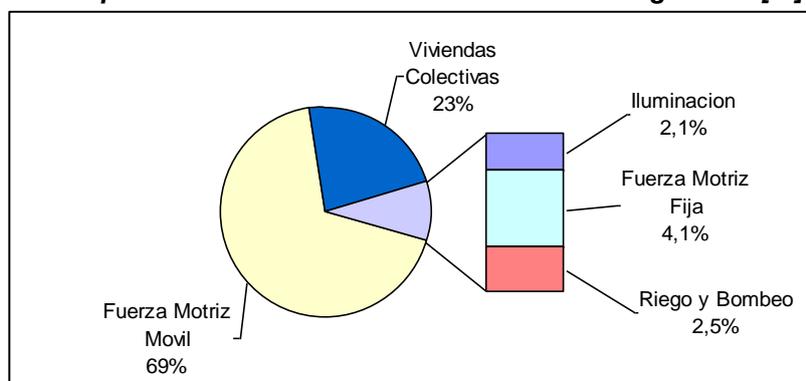
Entre los usos, tal como se muestra en el Cuadro 6.11.3, destaca la Fuerza Motriz Móvil, con el 68,3% de la Energía Neta, y en segundo lugar Viviendas Colectivas, con un 23,0%.

Cuadro 6.11.3  
Subsector Forestal  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									34,1	2,1
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								100,0		68,3
Fuerza Motriz Fija						98,3				4,1
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				100,0		1,7			22,1	2,5
Viviendas Colectivas	100,0	100,0			100,0		100,0		43,8	23,0
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>						

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.11.2  
Subsector Forestal  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta [%].**



Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 6.11.4, la Energía Útil para este subsector es de 472 Tep, representando el 0,9% del total del Sector Agropecuario, con lo cual el rendimiento de utilización total del subsector es de un 26,1%.

Cuadro 6.11.4  
Subsector Forestal  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									3,2	3,2
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								327,4		327,4
Fuerza Motriz Fija						13,5				13,5
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				2,8		0,2			19,4	22,4
Viviendas Colectivas	46,5	1,4			17,0		0,1		40,4	105,4
<b>Total</b>	<b>46,5</b>	<b>1,4</b>		<b>2,8</b>	<b>17,0</b>	<b>13,7</b>	<b>0,1</b>	<b>327,4</b>	<b>63,1</b>	<b>472,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.11.5, se muestra que respecto a la Energía Útil, las fuentes prácticamente mantienen sus importancias relativas, predominando el Gas Oil con un 69,4%, seguido por la Electricidad con un 13,4%, y la Leña con un 9,8%.

Cuadro 6.11.5  
Subsector Forestal  
**Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									100,0	100,0
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								100,0		100,0
Fuerza Motriz Fija						100,0				100,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				12,3		1,0			86,7	100,0
Viviendas Colectivas	44,1	1,3			16,1		0,1		38,4	100,0
<b>Total</b>	<b>9,8</b>	<b>0,3</b>		<b>0,6</b>	<b>3,6</b>	<b>2,9</b>	<b>0,0</b>	<b>69,4</b>	<b>13,4</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.11.6 se muestra que en cuanto a los usos, por la misma razón anterior, la Fuerza Motriz Móvil tiene una participación de un 69,4% en la Energía Útil, mientras que las Viviendas Colectivas un 22,3% de la Energía Útil.

Cuadro 6.11.6  
Subsector Forestal  
**Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									5,1	0,7
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								100,0		69,4
Fuerza Motriz Fija						98,3				2,9
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				100,0		1,7			30,8	4,8
Viviendas Colectivas	100,0	100,0			100,0		100,0		64,1	22,3
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		<b>100,0</b>						

Fuente: Elaboración propia

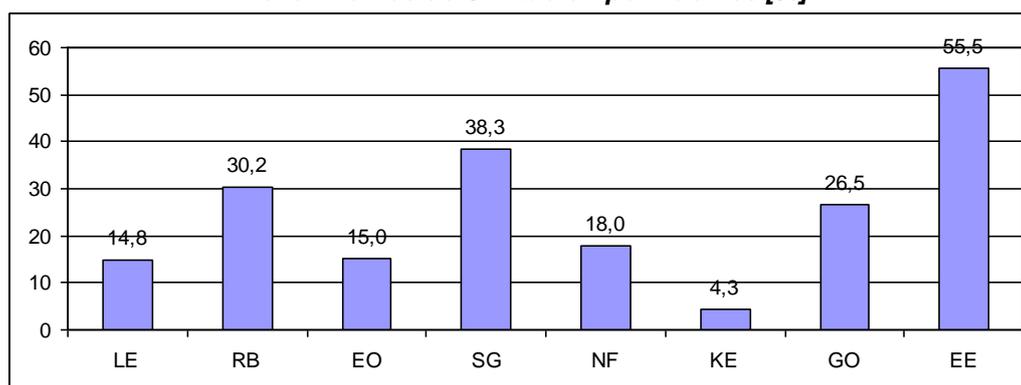
El Cuadro 6.11.7 presenta los rendimientos por fuentes y por usos del subsector, destacándose el bajo rendimiento del subsector en general (26,1%), siendo los más altos los correspondientes a Riego y Bombeo (50,2%), mientras que los usos con rendimientos más bajos son Iluminación (8,3%) y Fuerza Motriz Fija (18,0%).

Cuadro 6.11.7  
Subsector Forestal  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación									8,3	8,3
Calor										
Fuerza Motriz Móvil								26,5		26,5
Fuerza Motriz Fija						18,0				18,0
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo				15,0		18,0			77,5	50,2
Viviendas Colectivas	14,8	30,2			38,3		4,3		81,2	25,4
<b>Total</b>	<b>14,8</b>	<b>30,2</b>		<b>15,0</b>	<b>38,3</b>	<b>18,0</b>	<b>4,3</b>	<b>26,5</b>	<b>55,5</b>	<b>26,1</b>

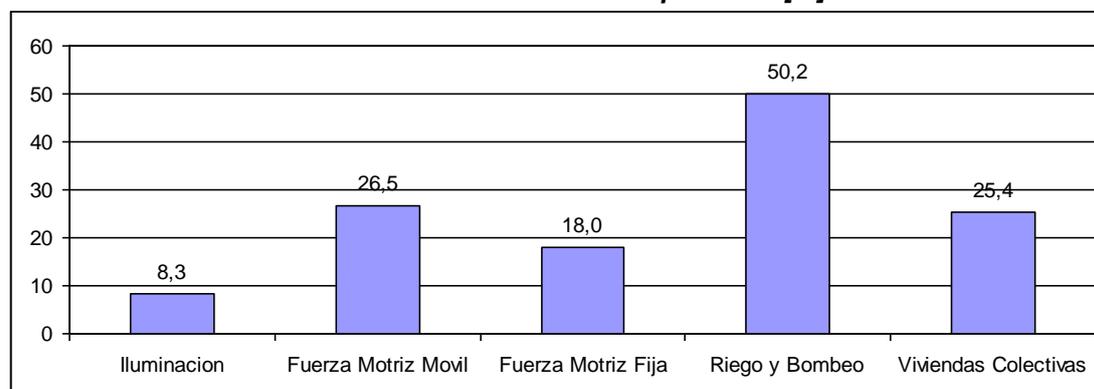
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.11.3  
Subsector Forestal  
**Rendimientos de Utilización por Fuentes [%]**



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.11.4  
Subsector Forestal  
**Rendimientos de Utilización por Usos [%]**



Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 6.11.8 se puede apreciar el potencial de ahorro para los distintos usos. Destacan Fuerza Motriz Móvil, con un potencial de ahorro de 209,0 Tep, seguido de muy lejos por Iluminación con 26,6 Tep.

Cuadro 6.11.8  
Subsector Forestal  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									26,6	<b>26,6</b>
<b>Calor</b>										
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>								209,0		<b>209,0</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						12,1				<b>12,1</b>
<b>Frío de Proceso</b>										
<b>Riego y Bombeo</b>						0,2			2,3	<b>2,5</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>										
<b>Total</b>						<b>12,2</b>		<b>209,0</b>	<b>28,9</b>	<b>250,1</b>

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 6.11.9 muestra los potenciales de ahorro en porcentaje, destacando Iluminación, donde el potencial de ahorro es de 68,5%, seguido por Fuerza Motriz Móvil y Fuerza Motriz Fija con 16,9 y 16,1% respectivamente. El potencial de ahorro total para el subsector es de un 13,8%

Cuadro 6.11.9  
Subsector Forestal  
**Potencial de Ahorro de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en %

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
<b>Iluminación</b>									68,5	<b>68,5</b>
<b>Calor</b>										
<b>Fuerza Motriz Móvil</b>								16,9		<b>16,9</b>
<b>Fuerza Motriz Fija</b>						16,1				<b>16,1</b>
<b>Frío de Proceso</b>										
<b>Riego y Bombeo</b>						14,3			9,1	<b>5,5</b>
<b>Viviendas Colectivas</b>										
<b>Total</b>						<b>16,1</b>		<b>16,9</b>	<b>25,4</b>	<b>13,8</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.12. Cooperativas Agrícolas

Para el subsector de las Cooperativas Agrícolas se consideró solamente el consumo de Leña para el secado de granos, tal como se explicó en el capítulo 3 de Relevamiento de la Información. Como se menciona allí, el consumo de Electricidad, Supergás, Gas Oil y Naftas, es muy poco significativo comparado con los restantes subsectores agropecuarios no modificando apreciablemente los resultados totales.

De las encuestas realizadas en las cooperativas, la información relevada indica que las mismas consumieron 4,3 kTep de Leña, en términos de energía neta. Y el único uso considerado es, entonces, Calor en secadores de granos.

La Energía Útil para el sector es de 2,2 kTep, lo cual supone un rendimiento medio del 50%.

Es de mencionar que los consumos de energía para el secado de granos son muy sensibles a la cantidad de lluvia caída en el año. Dado que el período considerado en la encuesta, fue de altas precipitaciones, es de esperar que en años normales el consumo de energía en esta actividad disminuya significativamente.

No se han estimado potenciales de ahorro para este subsector.

## 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 parte de mantener las relaciones estructurales del consumo energético, obtenidas para el año 2006, que sólo se modifican 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 ello de los cambios que ocurran en las pautas de consumo de energía del sector. Será en definitiva el analista energético quien decida el momento para la realización de una nueva encuesta si dispone 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

### 7.1. Nueva Expansión de los Resultados de la Muestra

Dado que el Sector Agropecuario presenta una gran cantidad de subsectores, para cada uno de ellos se debe identificar el correspondiente factor de expansión y la naturaleza de éstos, vistos en el capítulo 4 del presente informe. Los pasos a seguir para la nueva expansión de los resultados son los siguientes:

1. Obtener los datos de superficies cultivadas (o variable de expansión correspondiente, tal como los litros de leche producida, para el subsector Vacunos Leche) para cada subsector para el año de actualización. Estos datos se pueden obtener del anuario correspondiente al año emitido por DIEA.
2. Obtener los nuevos Factores de Expansión, por grupo, dividiendo este nuevo valor de la variable de expansión del grupo por el valor de la variable de expansión del total de la muestra del grupo correspondiente.
3. Volver a expandir las matrices de consumo por fuentes y usos en energía neta para cada grupo (presentadas en el Subcapítulo 5.2).

La forma más práctica de realizar la nueva expansión es dividir cada elemento de las matrices de fuentes y usos por el correspondiente Factor de Expansión del año 2006 y luego multiplicarlos por los Factores de Expansión actualizados.

4. Para actualizar las matrices de consumo de energía útil por fuentes y usos por grupo, se dividen las correspondientes matrices en energía neta actualizadas por las matrices de rendimientos del Subcapítulo 5.2. Aunque esta operación es conveniente hacerla luego de realizar el ajuste al Balance Energético Nacional que se explica en el siguiente punto.

## **7.2. Ajuste al Balance Energético Nacional**

Esta segunda etapa del proceso de actualización consiste en ajustar los resultados de las nuevas expansiones de las muestras al Balance Energético Nacional (BEN) del año actualizado.

Los nuevos Factores de Ajuste al BEN para cada fuente consumida en el sector Agropecuario deben calcularse repitiendo el procedimiento detallado en el Capítulo 4.

Los nuevos Factores de Ajuste deben aplicarse a todos los resultados obtenidos en el punto anterior, concluyendo así el proceso de actualización.

## Anexo 1: Rendimientos de Utilización por Tipo de Equipo y Fuente

A continuación se presentan los rendimientos estimados para los equipos en que no se informaba este.

### Iluminación:

Los valores utilizados por tipo de lámpara se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro A1.1 Sector Agropecuario  
**Rendimientos de utilización Iluminación**  
Año 2006 – en %

Tipo de lámpara	Rendimiento [%]
Incandescente	5%
De bajo consumo	25%
Halógena	5%
Haluro metálico	25%
Fluorescente	25%
Vapor de mercurio	17,5%
Sodio alta presión	30%
Sodio baja presión	50%

Fuente: Valores extraídos de catálogos de fabricantes y estudios anteriores de la DNETN.

### Calor - Calderas:

Se consideró un rendimiento medio para una caldera de vapor<sup>18</sup>: 80%.

### Calor - Secadores:

Este uso energético está asociado a los Hornos. Se estimó una eficiencia promedio<sup>19</sup> para este uso en torno al 50%.

En el caso de Secado Solar se estimó un rendimiento de 18%<sup>20</sup>.

### Calor – Calefacción – Protección Climática:

En estos usos se consideraron rendimientos promedio<sup>21</sup> según la fuente. Así, para equipos a Leña se consideró un rendimiento de 45%, y para Electricidad 95%. Para las fuentes restantes (Supergás, Queroseno, Gas Oil), se consideró un rendimiento de 50%.

### Fuerza Motriz Fija:

En el caso de motores eléctricos, el rendimiento se obtuvo a partir de una regresión aplicada una tabla de valores medios de rendimientos para motores estándar<sup>22</sup>, definida en función de la potencia del motor en HP o kW. Estos datos de potencia se expresaron en kep/hr y se

<sup>18</sup> Valor obtenido en base a experiencia PRIEN y publicaciones chilenas en Revista Induambiente.

<sup>19</sup> Valores utilizados para la estimación corresponden a las siguientes referencias:

- *Perry's Chemical Engineers' Handbook, Sixth Edition, Table 20-14 Representative Materials Dried in Direct-Heat Rotary Dryers.*

- *Técnicas de Conservación Energética en la Industria, Tomo I Fundamentos y Ahorros en Operaciones, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE España).*

<sup>20</sup> Valor estimado en base a experiencia PRIEN.

<sup>21</sup> Idem anterior.

<sup>22</sup> Ref. *John C. Andreas: Energy Efficient Electric Motors, Ed. Decker, 1992.*

obtuvo la siguiente ecuación para estimar el rendimiento de los motores eléctricos, donde P es la potencia del motor:

$$\eta_k^{Motor-e} \left[ \frac{\%}{100} \right] = \frac{3,59 \cdot \ln \left( P_k \left[ \frac{kep}{hr} \right] \right) + 85,26}{100}$$

El resultado de aplicar esta fórmula tiene validez entre el rango 70%-95%, de modo que el rendimiento obtenido queda acotado por estos valores.

En el caso de los equipos a combustible<sup>23</sup>, se consideran según la fuente, dos casos:

- Gas Oil, Diesel Oil, Fuel Oil:
  - Para potencias menores a 100 HP, se ha considerado un rendimiento de 24%.
  - Para potencias mayores a 100 HP, se ha considerado un rendimiento de 30%.
- Nafta, Supergás:
  - Para potencias menores a 100 HP, se ha considerado un rendimiento de 18%.
  - Para potencias mayores a 100 HP, se ha considerado un rendimiento de 20%.

#### **Fuerza Motriz Móvil:**

En este uso se consideraron los mismos valores que para Fuerza Motriz Fija.

#### **Riego y Bombeo:**

En este uso se consideraron los mismos valores que para Fuerza Motriz Fija en el caso de las fuentes combustibles mencionadas y electricidad. En el caso de bombas eólicas se consideró un rendimiento de 15%<sup>24</sup>.

#### **Frío de proceso:**

El rendimiento de este uso se obtuvo como la multiplicación del rendimiento del motor, y el rendimiento medio de un compresor, considerándose este un 65%<sup>25</sup>. Para el caso de equipos eléctricos se considera el rendimiento de Fuerza Motriz Fija, mientras que para los demás casos se considera un rendimiento promedio de 25%, asumiendo que se trata de un motor a combustible. De este modo, la fórmula del rendimiento de los equipos es la siguiente:

$$\eta_k \left[ \frac{\%}{100} \right] = \eta_k^{motor} \left[ \frac{\%}{100} \right] \cdot 0,65$$

<sup>23</sup> Valores obtenidos en base a la experiencia PRIEN, Fundación Bariloche y la publicación Diesel Engine Design Academy 1999.

<sup>24</sup> Valor utilizado en el cálculo del BEN, proporcionado por la DNETN.

<sup>25</sup> Valor obtenido a partir de la referencia siguiente: Phelan, E.- Swanson, J.- Chiriach, F. – Chiriach, V. *DESIGNING A MESOSCALE VAPOR-COMPRESSION REFRIGERATOR FOR COOLING HIGH-POWER MICROELECTRONICS*.

Artículo obtenido en la dirección web <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01319177>

### **Viviendas Colectivas:**

Los rendimientos utilizados en este caso corresponden a rendimientos promedio utilizados en el sector residencial<sup>26</sup>. A continuación se indican los valores según uso:

- Aire acondicionado, Computadora, Lavadora, Licuadora, Microondas, Plancha y Televisor: se consideró un rendimiento de 80%.
- Radio o Equipo de Música, Radio Transmisora y Ventilador: se consideró un rendimiento de 90%.
- Calefón: para los equipos a Supergás y Gas Propano se consideró un rendimiento de 45%, para Electricidad 90% y para otra fuente 30%.
- Calentador instantáneo: para los equipos a Electricidad se consideró un rendimiento de 90% y para Supergás 45%.
- Cocina: para los equipos a Electricidad se consideró un rendimiento de 80% y para Supergás 45%.
- Cocina Económica: para las cocinas económicas a Supergás se consideró un rendimiento de 45%; para las cocinas económicas a leña, se consideró un rendimiento de 20%.
- Estufa: para los equipos a Leña y residuos forestales se estimó un rendimiento de 10%, para Supergás 45% y para Electricidad 80%.
- Fogón: se consideró un rendimiento de 10%.
- Heladera: para los equipos a Electricidad se consideró un rendimiento de 80%, para las heladeras a Supergás se consideró un rendimiento del 8% y para queroseno, un 6%.
- Lámparas: para los equipos a Electricidad se consideró un rendimiento de 4,5%<sup>27</sup>, Queroseno 2%, Supergás 3%.
- Salamandra: se consideró un rendimiento de 20%.

### **Autoproducción de Electricidad:**

Para la Autoproducción de Electricidad se consideraron tres casos dependiendo del tipo de combustible o la tecnología utilizada<sup>28</sup>:

- Para los Moto Generadores a Gas Oil o Diesel Oil se consideró un rendimiento de 30%, mientras que para Nafta 20%.
- Para los Paneles Fotovoltaicos se consideró un rendimiento de 10%<sup>29</sup>.

---

<sup>26</sup> Valores estimados en base a la experiencia de Fundación Bariloche.

<sup>27</sup> En la encuesta no se informaba el tipo de lámpara eléctrica, por lo cual se estimó que la lámpara predominante en viviendas colectivas serían las incandescentes.

<sup>28</sup> Valores estimados en base a la experiencia PRIEN.

<sup>29</sup> Valor proporcionado por la DNETN.

## Anexo 2: Factores de Conversión de Unidades a kep ( $f_{cu_i \rightarrow kep}$ )

Nº	Fuentes de Energía DNETN	$f_{cu_i \rightarrow kep\_BasePCI}$			PCI	
		[kep/kg]	[kep/lt]	[kep/kWh]	kcal/kg	kcal/lt
1	Electricidad (equiv. teórico)	-----	-----	0,0860	-----	-----
2	Gas Oil	1,0199	0,8656	-----	10.199	8.656
3	Leña <sup>(1)</sup>	0,2900	-----	-----	2.900	-----
4	Nafta ( <b>super 95 sp</b> )	1,0488	0,7884	-----	10.488	7.884
5	Queroseno	1,0350	0,8324	-----	10.350	8.324
6	Supergás	1,0924	0,6048	-----	10.924	6.048
	<b>Otros Residuos</b>	<b>[kep/kg]</b>			<b>kcal/kg</b>	
7	Leñas y ramas	0,3027	-----	-----	3.027	-----

Notas:

(1) PCI y PCS de la Leña con 30% de humedad. Con 0% de humedad el PCI de la Leña es 4395 kcal/kg y el PCS 4710 kcal/kg.

Las cantidades de leña informadas en la encuesta se corrigieron y expresaron en kg o Ton equivalentes a 2.900 kcal/kg, usando información de una encuesta de consumo de leña que llevó a cabo la DNETN.

## Anexo 3: Guía para El Procesamiento de la Encuesta Agropecuaria

### 1. INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS

Esta guía contiene una descripción del procesamiento de la información relevada en la encuestas sobre Consumo y Usos de la Energía en el sector Agropecuario. Abarca el tratamiento que deben recibir los datos e información desde el momento en que ya se ha realizado la crítica y codificación de cada cuestionario relevado, hasta los resultados finales a obtener de la encuesta.

Los resultados a obtener son los siguientes:

- Las matrices de consumo de energía neta y energía útil por fuentes y usos (Balance Nacional de Energía Útil - BNEU).
- Características del parque de equipos y modalidad de uso, eficiencia en el consumo de energía y oportunidades de sustitución de energéticos.
- Estimación de potenciales de mejoramiento de la eficiencia.
- Y la información necesaria para la posterior utilización de los modelos analíticos de prospectiva energética.

Estos resultados se obtendrán por subsector agropecuario, los cuales se diferencian por sus productos principales como: frutales, hortalizas, forestal, ganado, etc.

#### Fuentes, Usos, Energía Neta y Energía Útil

El listado de fuentes energéticas consideradas en el sector agropecuario es el siguiente:

1. Electricidad
2. Supergás
3. Nafta
4. Queroseno
5. Gas Oil
6. Leña
7. Residuos de Biomasa
8. Solar
9. Eólica

Se distinguen los siguientes usos de la energía en el sector agropecuario, los cuales se pueden dar en distintos equipos:

1. Iluminación
2. Calor (Secado y sistemas de calefacción)
3. Fuerza motriz móvil (tractores, cosechadoras y otras maquinarias agrícolas)
4. Fuerza Motriz Fija
5. Frío de proceso
6. Riego y bombeo
7. Viviendas Colectivas

Aparte de estos usos de la energía, en las encuestas se pregunta por la producción de electricidad mediante Autoproducción de electricidad con grupos electrógenos.

Los consumos de energía de estos equipos asociados a la producción de electricidad no se contabilizan en las matrices de fuentes y usos, ya que en el BEN estos consumos se incluyen en los centros de transformación.

### **Energía Neta y Energía Útil**

Para la elaboración del BNEU es necesario determinar los consumos de energía por fuente y uso, a nivel de energía neta y energía útil. Esta última se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Energía Útil} = \text{Energía Neta} * \eta$$

Donde  $\eta$  es el rendimiento del equipo de utilización de las fuentes de energía.

### **Subsectores Agropecuarios**

Para realizar el diseño muestral de la encuesta del sector agropecuario se han separado las explotaciones de acuerdo al tipo de producción:

1. Fruticultura
2. Viticultura
3. Horticultura
4. Cerealeros e industriales
5. Arroz
6. Vacunos leche
7. Vacunos carne
8. Ovinos
9. Porcinos
10. Aves
11. Forestal

El universo de explotaciones se agrupa en las primeras 5 que corresponde a las agrícolas, las siguientes 4 que son las ganaderas y la última la forestal. Se considerará una explotación de tal o cual tipo cuando la superficie destinada a una actividad sea igual o superior al 70% de la superficie de la explotación. Se encuestarán en una muestra cuya cantidad permitirá tener un nivel de confianza de 95% con un error aceptable

## **2. OBJETIVOS DEL PROCESAMIENTO**

El procesamiento de los datos relevados en la encuesta persigue los siguientes objetivos:

- a) Analizar la consistencia de los datos obtenidos en cada cuestionario y validarlos, esto es el cierre de cada cuestionario. Después de este análisis cada cuestionario puede ser aceptado, devuelto para su re-pregunta o rechazado.
- b) Obtención de los resultados de la muestra encuestada.
- c) Expansión de los resultados al universo de las faenas agropecuarias y forestales que integran el sector usando como variable de expansión las hectáreas utilizadas para la actividad principal de la faena.
- d) Ajuste de los resultados al BEN.

### 3. SALIDAS O RESULTADOS A OBTENER

Los resultados que se presentan a continuación se obtienen expandiendo los resultados de la muestra al universo de explotaciones agropecuarias y forestales, una vez realizado el cierre de cada cuestionario de la muestra.

#### Matriz de Consumo Neto por fuentes y usos en Tep

Esta salida muestra las cantidades de energía neta consumida de cada una de las fuentes y las cantidades que se destinan a los diferentes usos, en cada subsector agropecuario.

En el Cuadro 3.1 se presenta esta matriz y la unidad de medida en que están expresadas las cantidades es la tonelada equivalente de petróleo (Tep).

Cuadro 3.1  
Subsector Fruticultura  
**Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación										
Calor										
Fuerza Motriz Móvil										
Fuerza Motriz Fija										
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo										
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>										

#### Matriz de Consumo Útil por fuentes y usos en Tep

Esta salida (Cuadro 3.2) tiene las mismas características que la anterior, pero en este caso se muestran los consumos de energía útil por fuentes y usos, en cada subsector agropecuario.

Este cuadro de resultados se obtiene multiplicando el consumo de energía neta de cada equipo por su rendimiento, para los equipos de cada uso energético con cada fuente.

Cuadro 3.2  
Subsector Fruticultura  
**Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos**  
Año Agrícola 2007 - en Tep

Usos	LE	RB	SO	EO	SG	NF	KE	GO	EE	Total
Iluminación										
Calor										
Fuerza Motriz Móvil										
Fuerza Motriz Fija										
Frío de Proceso										
Riego y Bombeo										
Viviendas Colectivas										
<b>Total</b>										

## Otros Resultados

Otras salidas a obtener son:

- **Oportunidades de sustitución de energéticos:** porcentaje de participación de cada respuesta en el total de explotaciones encuestadas.

Cuadro 3.4  
**Sustitución de Energéticos**

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS FACTORES DE SUSTITUCIÓN DE ENERGETICOS (%)  
Sector: AGROPECUARIO

Factor de Sustitución	Importancia			
	1	2	3	4
Precio de la fuente				
Inversión en instalaciones				
Calidad del servicio				
Impacto ambiental				

*Nota: Corresponde al porcentaje (%) de encuestados que calificó cada factor de sustitución..*

- **Consumo de energía por equipos - tecnologías y antigüedad:** para cada fuente y uso se desagregará el consumo de energía neta y útil por tipo de equipo y rango de antigüedad.

Cuadro 3.5  
Sector Agropecuario  
**Consumo de Energía Neta por Uso y Antigüedad**  
Año 2006 – en Tep

Usos	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
Iluminación									
Calor									
Fuerza motriz Móvil									
Fuerza motriz Fija									
Frío de Proceso									
Riego y Bombeo									
Viviendas Colectivas									
Total									

## 4. IDENTIFICACION DE TABLAS DE DATOS PARA EL PROCESAMIENTO

En este punto se indican las principales tablas de datos que son necesarios para el procesamiento de las encuestas, su estructura y el tipo de los campos. Se deja como tarea para el programador el diseño de las tablas auxiliares y sus relaciones a los fines de la programación del procesamiento.

### Tabla de Unidades

Esta Tabla contiene las unidades de medida (kilogramos, litros, botellas, bolsas, kWh, etc.) en que se expresan corrientemente las compras de las distintas fuentes energéticas en las

diferentes explotaciones agropecuarias del país y sus factores de conversión a kep (kilogramo equivalente de petróleo).

El kep es la unidad común que se utilizará para el procesamiento y también para presentar los resultados. Para los resultados se utilizará también un múltiplo, la Tep (tonelada equivalente de petróleo; 1 Tep = 1.000 kep).

Cuadro 4.1  
**Estructura de la Tabla de Unidades**

<b>CAMPO</b>	<b>TIPO</b>	<b>LONGITUD</b>
Código de la fuente	Texto	2
Nombre de la fuente	Texto	15
Código de la unidad	Texto	2
Nombre de la unidad	Texto	15
Coefficiente de conversión a kep	Numérico	xx,xxxx

Esta tabla tendrá alrededor de 50 registros y se entregará al programador con los datos ya ingresados en archivo de Excel.

### **Tablas de Rendimientos por tipo de Equipo**

En caso de que los datos relevados en los cuestionarios no proporcionen un valor al rendimiento de los equipos, se usará una tabla de rendimientos elaborada para cada tipo de equipo.

Algunos tipos de equipos que se consideran son los siguientes:

- Autogeneradores de electricidad
- Secadores
- Riego
- Motores eléctricos de maquinaria fija
- Transporte interno
- Etc.

Estas tablas se elaborarán para cada tipo de equipo que consume energía en el sector agropecuario y forestal del país. Para cada tipo equipo se indicará en la tabla el uso energético al cual está asociado, la fuerte energética que consume y una eficiencia o rendimiento de acuerdo a ciertas características generales y de operación que son determinantes de su rendimiento.

Esta tabla tendrá la estructura de campos mostrada en el Cuadro 4.2 y se entregará al programador con los datos ya ingresados en archivo de Excel.

Cuadro 4.2  
**Estructura de la Tabla de Equipos**

<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>
Código tipo de equipo	Texto	3
Nombre tipo de equipo	Texto	20
Uso	Texto	2
Fuente	Texto	2
Rendimiento caso A	Numérico	3 (xx,x)
Rendimiento caso B	Numérico	3 (xx,x)
Rendimiento caso C	Numérico	3 (xx,x)
Rendimiento caso D	Numérico	3 (xx,x)

### **Tabla de Datos del Cuestionario**

Esta tabla contendrá todos los datos relevados por el cuestionario de la encuesta del Sector Agropecuario sobre Consumos y Usos de la Energía.

La estructura de campos de la Tabla de Datos del Cuestionario está definida por el formulario de la encuesta anexa a este informe.

Es de mencionar que dicho cuestionario tiene todas las posibilidades de consumo de energía de las diversas fuentes y equipos que pueden utilizar las explotaciones agropecuarias en Uruguay.

*El programador en forma conjunta con el responsable del procesamiento de la encuesta diseñará las pantallas de ingreso de datos a partir del cuestionario de la encuesta.*

*Se deja a criterio del analista de sistemas y/o programador definir la estructura más adecuada de esta tabla, pudiendo recomendar subdividir la tabla de forma de optimizar el almacenamiento de datos y su procesamiento.*

## **5. RECEPCIÓN Y REVISIÓN DE CUESTIONARIOS**

La recepción de los cuestionarios la realizará un “Supervisor”. Sus funciones serán las siguientes:

- Supervisar que los encuestadores lleguen a los lugares en que se aplicará la encuesta y que los cuestionarios sean contestados por personas idóneas.
- Revisar que las preguntas básicas o fundamentales de los cuestionarios estén respondidas.
- Revisar cualitativamente que en el caso de haber compras de un energético hayan equipos de consumo de ese energético en el interior del cuestionario.
- En caso de haber inconsistencias, se realizarán consultas telefónicas a quienes hayan respondido los cuestionarios y/o se reenviarán los cuestionarios para que sean corregidos.

Los cuestionarios que sean aprobados por el Supervisor pasan a las manos de un “Crítico” o un “Especialista” cuya labor es más técnica. Las funciones de esta persona son las siguientes:

- Da una segunda revisión cualitativa a la existencia de equipos de consumo de algún

energético cuando se registran compras del mismo.

- Revisa que el consumo de equipos eléctricos esté en kWh y no en litros, etc.
- Convierte las unidades usadas por los encuestados a las unidades en que se procesarán los datos en visual Basic o Excel. En los cuestionarios hay espacios para responder en la unidad más comúnmente usada y también hay espacio para que se responda en las unidades que cada encuestado usa normalmente.
- En caso de haber inconsistencias, se realizarán consultas telefónicas a quienes hayan respondido los cuestionarios y/o se reenviarán los cuestionarios para que sean corregidos.

Los cuestionarios que sean aprobados por el Crítico” pasan a la etapa de ingreso de los cuestionarios al programa visual Basic o Excel para su procesamiento.

**Nota:** se sugiere indicar a quienes respondan los cuestionarios que sería bueno que revisen si las compras de energéticos cuadran con los consumos de los distintos equipos.

## 6. DESCRIPCION DEL PROCESAMIENTO

En las ecuaciones que se indique se utilizarán los siguientes subíndices:

- s: subsector agropecuario
- h: encuesta o explotación
- i: fuente energética
- j: uso energético
- k: equipo

### 6.1 Cálculo del Consumo Neto Anual de cada Energético

El consumo anual de energía neta de cada fuente en una explotación se obtiene directamente a partir de las compras que realizadas durante el año. En el cuestionario se pregunta por este dato anual. Si en una explotación no existen comprobantes de compra, por ejemplo en el caso de usar residuos como combustibles, los encuestados deben estimar su consumo anual. Esta es la información más fiable de la encuesta:

$$CNT_{shi} = \text{Compras Anuales}$$

Para el Gas Natural y la Electricidad estas compras están registradas en las bases de datos de los distribuidores correspondientes y se cuenta con esta información para todas las explotaciones abastecidas. De todas formas se pregunta en los cuestionarios por sus consumos anuales y se pide una factura como verificación.

### 6.2 Cálculo del Consumo Neto Anual de cada Energético por Equipo

Se contemplan distintas posibilidades para determinar los consumos netos anuales de los equipos. Estas son las siguientes, listadas en orden jerárquico:

- a. Primero se da la posibilidad al encuestado de dar el consumo neto de cada equipo por hora, por día o anual. Previamente se pregunta si realiza mediciones de estos consumos. Se considera que los datos medidos son confiables:

$$CN_{shjk} = \text{Consumo medido}$$

Si responde el consumo neto anual de un equipo y no mide, se verificará la validez de esta información en el proceso de cierre de los cuestionarios:

$$CN_{shijk} = \text{Consumo estimado por Encuestado y verificado por Crítico}$$

- b. La segunda opción es determinar el consumo neto anual de un equipo a partir de la energía útil y rendimiento de un equipo, los cuales también se preguntan, preguntando previamente si realizan las mediciones respectivas. Esto se hace en algunos equipos como calderas y autoprodutores de electricidad, no en hornos de proceso ni en motores eléctricos. En caso de no responder rendimientos, estos se obtendrán de una tabla elaborada para cada tipo de equipo. En este caso el consumo de energía neta de un equipo se calcula usando la fórmula siguiente:

$$CN_{shijk} = \frac{\text{Energía útil}_{shijk}}{\eta_{ijk}}$$

- c. Si no se dispone del consumo neto anual de un equipo, ni de su energía útil, para calcular el consumo neto del equipo se usará su potencia nominal, la cual es preguntada y se considera un dato fiable, junto con un factor de carga también preguntado o usando valores razonables, y sus horas de operación anual también preguntadas. En el caso de combustible, también se incluye en el cálculo el poder calorífico inferior (PCI) respectivo. Con esta opción el consumo de energía neta de un equipo se calcula de la manera siguiente:

$$CN_{shijk} = \frac{P.Nom_{shijk} \cdot Fc_{shijk} \cdot Hr_{shijk}}{PCI_i}$$

- d. Para los equipos en que no se tiene su factor de carga, se usará  $Fc = 0,75$ , considerando que el rango típico es entre 0,5 y 1,0. Para los equipos en que no se informó sus horas de operación se aplicará un factor de utilización  $Fu = 0,75$  aplicado a las horas de operación de la planta, preguntadas al principio del cuestionario, considerando que el rango típico es entre 0,5 y 1,0, ó 0,95 en los casos de plantas que operan 8.760 horas al año. Tanto el  $Fc$  como el  $Fu$  finalmente se ajustarán para hacer el cierre de los cuestionarios.
- e. En el caso de los equipos de autogeneración, de usarse su potencia nominal, ella está referida a la salida del equipo, por ende, para calcular sus consumos netos se dividirán las potencias por rendimientos típicos acordes al equipo de autogeneración, considerando sus horas de operación o factores de utilización como se indicó. Estos consumos de energía neta se restan al sector agropecuario, pues se contabilizan como Centros de Transformación, los cuales no son parte de este proyecto.

### 6.3 Cierre de los Consumos Netos

El cierre de los cuestionarios es realizado por un “Especialista”. Para ello, el programa de procesamiento de los cuestionarios genera una Lista de Control en un cuadro resumen en el que se calcula un factor  $\alpha$  para cada energético en cada cuestionario. Este factor cuantifica el error porcentual entre la suma de los consumos netos (CN) de un energético en distintos equipos con las compras o consumos netos totales (CNT) de dicho energético, es decir:

$$\alpha_{shi} = \left| \frac{CNT_{shi} - \sum_k CN_{shik}}{CNT_{shi}} \right|$$

El cuadro con la lista de control tendrá un formato como el siguiente:

Cuadro 6.1  
**Análisis de Consistencia – Desvíos**

ANALISIS DE CONSISTENCIA - DESVIOS ( $\alpha_{hi}$ )

Año: 2006

Sector: AGROPECUARIO

Subsector: FRUTICOLA

Nº de Encuesta	Electricidad	Nafta	Diesel Oil	Gas Oil	Leña	...
1						
2						
3						
4						
.						
.						
.						
n						

Si en un cuestionario los  $\alpha_i$  de cada energético están dentro de cierto margen de error, el que se definirá una vez elaborada la lista de control, el cuestionario será aprobado.

Si uno o más  $\alpha_i$  están fuera de este margen, el “Especialista” revisará el cuestionario, ajustará los factores de carga y de uso que estime apropiado dentro de ciertos rangos entre 0,5 y 1,0. Si con ello los  $\alpha_i$  caen dentro del margen de error especificado, se aprueba el cuestionario. En el caso que aún esos  $\alpha_i$  estén fuera del margen de error, el cuestionario respectivo será consultado vía telefónica con el encuestado o será reenviado para su revisión y corrección.

Si finalmente no es posible cuadrar un cuestionario, este será rechazado. Para cumplir con el tamaño de la muestra, se efectuarán encuestas adicionales en igual cantidad a los cuestionarios que sean rechazados.

Los cuestionarios que sean aprobados serán sometidos al procedimiento de cierre de cada energético, el cual consiste en multiplicar por un factor de ajuste la sumatoria de los consumos netos de un energético para que sea igual a las compras o consumo neto total.

Este factor de ajuste  $\beta_i$  se calcula a partir de  $\alpha_i$ . En la ecuación siguiente se usa signo (+) en el denominador cuando:  $\sum_k CN_{shik} > CNT_{shi}$ , de lo contrario se usa (-).

$$\beta_{shi} = \frac{1}{(1 \pm \alpha_{shi})}$$

Luego, el cierre de cada energético en cada cuestionario se realiza multiplicando sus consumos netos en los distintos equipos por  $\beta_i$  para cumplir con la siguiente igualdad:

$$CNT_{shi} = \sum_k \beta_{shi} \cdot CN_{shik}$$

Finalmente, los consumos netos ajustados para el cierre, de cada equipo y para cada energético quedan determinados por la ecuación siguiente:

$$CN_{shijk}^* = \beta_{shi} \cdot CN_{shijk}$$

#### 6.4 Cálculo de la Energía Útil de cada Equipo

Primero se realiza un cálculo provisorio de la energía útil de cada equipo con los cuestionarios “cerrados”, considerando los ajustes con  $\beta_{shi}$ . Este cálculo provisorio se realiza con la finalidad de calcular rendimientos en algunos equipos en que esto es posible. El cálculo final de la energía útil, por fuentes y usos, se realiza aplicando el factor de expansión de la muestra de encuestas al universo y el factor de ajuste al BEN, como se explica en las secciones 6.7, 6.8 y 6.9.

La energía útil del cálculo provisorio queda determinada por las siguientes expresiones:

$$EU_{shijk}^* = CN_{shijk}^* \cdot \eta_{shijk} \quad \text{ó} \quad EU_{shijk}^* = \beta_{shi} \cdot EU_{shijk}$$

De esta forma, en aquellos equipos en que no se pregunta por su energía útil, por ejemplo secadores y motores eléctricos, la energía útil se calcula a partir del consumo neto ajustado y del rendimiento del equipo. En los casos en que se pregunta y se tiene la energía útil del equipo, se recalcula una energía útil ajustada por  $\beta_{shi}$ .

#### 6.5 Determinación de Rendimientos de los Equipos

Para determinar los rendimientos de los equipos distinguimos los casos siguientes:

- a) Equipos en los que se usarán rendimientos prefijados de una tabla elaborada a partir de referencias bibliográficas y la experiencia. Este es el caso de los motores eléctricos y el transporte interno.
- b) Equipos en los que es posible determinar su rendimiento. En todos estos casos se verificarán la validez de los rendimientos usando una tabla de rendimientos prefijados obtenidos de referencias bibliográficas y de la experiencia. Estos casos son los siguientes:
  - Rendimiento informado por el encuestado. Esto es posible en calderas, secadores y equipos de frío.
  - Rendimiento calculado a partir de respuestas de energía útil y energía neta. Esto es posible en autoprodutores de electricidad, calderas y equipos de frío.
  - Rendimiento calculado a partir de información de las pérdidas de energía del equipo. Esta posibilidad se da sólo en el caso de secadores.

En caso que estos rendimientos estén fuera de rango según la tabla de verificación, se usará el valor de la tabla que corresponda. En el caso de que el encuestado informe un rendimiento y que además se pueda calcular un rendimiento, se considerará válido el rendimiento más parecido al correspondiente de la tabla de verificación.

- c) Cuando no se dispone de la información suficiente para calcular un rendimiento, por falta de respuestas, se usarán rendimientos prefijados de una tabla elaborada a partir de referencias bibliográficas y de la experiencia. Esto puede darse en los equipos de autoproducción de electricidad, calderas, secadores y equipos de frío.

## 6.6 Cálculo del Consumo Neto por Fuentes y Usos

El consumo neto por fuente  $i$  y uso  $j$  de cada explotación  $h$ , se obtendrá sumando los consumos netos ajustados de todos los equipos  $k$  que consumen la fuente  $i$  y que corresponden a un mismo uso energético  $j$ :

$$CN_{shij}^* = \sum_k CN_{shijk}^*$$

El resultado para la muestra del subsector agropecuario se obtiene sumando este resultado en las explotaciones encuestadas:

$$CN_{sij}^* = \sum_h CN_{shij}^*$$

## 6.7 Cálculo de la Energía Útil por Fuentes y Usos

La energía útil por fuente  $i$  y uso  $j$  de cada explotación  $h$ , se obtendrá sumando la energía útil ajustada de todos los equipos  $k$  que consumen la fuente  $i$  y que corresponden a un mismo uso energético  $j$ :

$$EU_{shij}^* = \sum_k EU_{shijk}^*$$

El resultado para la muestra del subsector agropecuario se obtiene sumando este resultado en las explotaciones encuestadas:

$$EU_{sij}^* = \sum_h EU_{shij}^*$$

## 6.8 Expansión de los Resultados al Universo del Subsector Agropecuario

Una vez calculados los consumos de energía neta y la energía útil en todas las explotaciones encuestadas, por fuente de energía y por uso energético, se expanden los resultados obtenidos al universo del subsector agropecuario multiplicándolos por el factor de expansión  $\varepsilon_s$  del subsector agropecuario.

El factor de expansión corresponde a la razón entre el valor de la variable de expansión para el universo del subsector agropecuario ( $VE_U$ ) y su valor para la muestra del subsector agropecuario ( $VE_m$ ):

$$\varepsilon_s = \frac{VE_{Us}}{VE_{ms}}$$

Las variables de expansión serán la superficie cultivada y las cabezas de ganado según sea el subsector. El valor de la variable de expansión para el universo del subsector es conocido. El valor para la muestra se obtiene sumando los valores de las explotaciones encuestadas.

Luego los consumos de energía neta y energía útil expandidos al universo de cada subsector agropecuario son los siguientes:

$$CN_{sij}^{*e} = \varepsilon_s \cdot CN_{sij}^*$$

$$EU_{sij}^{*e} = \varepsilon_s \cdot EU_{sij}^*$$

## 6.9 Ajuste del Consumo Neto por Fuentes al BEN

Se requiere comparar los valores de consumo neto total por fuente con los valores respectivos del BEN. En el caso del gas natural y la electricidad se considerará fidedigno el valor del BEN y se ajustarán al BEN los consumos netos que resulten de este estudio. En los otros energéticos se evaluará si conservar el valor de los consumos netos estimado en este proyecto o ajustar al valor del BEN, consultando la metodología de cálculo empleada para determinar el BEN.

Para aquellas fuentes en que no hay información de sus consumos netos en el BEN que permitan verificar los resultados de la expansión de la muestra, se adoptarán los resultados de la expansión. O sea, su factor de ajuste será igual a 1.

En cualquier caso se requiere sumar los consumos netos de cada energético en todos sus usos y luego todos los subsectores agropecuarios:

$$CN_{si}^{*e} = \sum_j CN_{sij}^{*e}$$

$$CN_i^{*e} = \sum_s CN_{si}^{*e}$$

El factor de ajuste al BEN en el caso del gas natural y la electricidad y de aquellos energéticos en que se valide el valor del BEN es el siguiente:

$$Fa_i = \frac{CN_i^{BEN}}{CN_i^{*e}}$$

Finalmente las matrices de consumos de energía neta y útil por fuentes y usos en cada subsector agropecuario estarán conformadas por los siguientes valores:

$$CN_{sij} = Fa_i \cdot CN_{sij}^{*e}$$

$$EU_{sij} = Fa_i \cdot EU_{sij}^{*e}$$

Si suman las matrices de los distintos subsectores agropecuarios se obtienen las respectivas matrices para la totalidad del sector agropecuario:

$$CN_{ij} = \sum_s CN_{sij}$$

$$EU_{ij} = \sum_s EU_{sij}$$