



tesla

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

MANUAL de

*Eficiencia Energética
en Fábricas de Piensos*

IEE/12/758/SI2.644752

Coordinador del manual: *TECALIMAN (Centre
Technique des Aliments pour Animaux)*



Cofinanciado por el programa
Intelligent Energy Europe de la Unión Europea

Versión actualizada:

Mayo 2014

Autores:

Loïc Perrin, François Lucas and Fabrice Putier.
TECALIMAN (Centro Tecnológico de
Alimentación Animal)

Co-autores:

El presente documento ha sido redactado conjuntamente con CIRCE, UÉvora, ENEA and UPM (especialmente el punto 4 referente a las medidas de ahorro de energía), e incluye información proporcionada por Cooperativas Agro-alimentarias, CoopdeFrance, CONFAGRI y Legacoop Agro.

Traductor:

Javier Acebron Arizcun

Financiación:

Este manual se ha realizado dentro del marco del proyecto TESLA (Intelligent Energy Europe) y ha sido financiado por la Comisión Europea.

Copyright:

Este manual puede copiarse y distribuirse, incluyendo siempre la mención del copyright. Docentes, divulgadores u otros usuarios deben mencionar a los autores, al proyecto TESLA y al programa Intelligent Energy Europe.

“La única responsabilidad del contenido de este manual es de los autores. El contenido no refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. Ni la EACI ni la Comisión Europea son responsables de cualquier uso que pueda hacerse de la información contenida en el manual”.

The logo for the Tesla project, featuring the word "tesla" in a bold, lowercase, sans-serif font. To the right of the text is a stylized yellow infinity symbol or a pair of interlocking loops.

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

0. ÍNDICE

1. Introducción

1.1. Análisis del subsector de piensos	6
1.2. Marco socio-económico	8

2. Descripción del proceso

2.1. Molienda	12
2.2. Granulado	14
2.3. Procesos auxiliares	15
2.3.1. Sistema de aire comprimido	15
2.3.2. Caldera	16
2.3.3. Motores eléctricos	17
2.3.4. Alumbrado	17

3. Análisis energético del sector de piensos

3.1. Consumo eléctrico	18
3.2. Consumo térmico	21
3.3. Balance energético	23
3.4. Costes energéticos	25
3.5. Particularidades del subsector	25

4. Medidas de ahorro energético

4.1. Sistema de vapor	26
4.2. Ventilación	27
4.3. Motores eficientes	28
4.4. Sistema de Aire Comprimido (SAC)	30
4.5. Variadores de velocidad	32
4.6. Aislamiento	32
4.7. Recuperación de calor	33
4.8. Iluminación	35
4.9. Baterías de condensadores	36
4.10. Transformadores de alta eficiencia	36
4.11. Herramientas de gestión	36

5. Conclusiones

6. Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la producción de piensos es mezclar, lo más homogéneamente posible, diferentes materias primas y componentes para proporcionar una nutrición equilibrada a los animales productores de alimentos con el mayor rendimiento posible. La complejidad del proceso reside en el manejo de materias primas y componentes, en las diferentes características tecnológicas, y en los diferentes aspectos físicos. La mayoría de los piensos requieren molienda y esta necesidad determina el tipo de planta según la posición de esta operación en el proceso. Así podemos encontrar dos tipos de diagramas de flujo:

- Diagrama de flujo con pre-molienda (Figura 1): En este caso, las materias primas se muelen por separado y se almacenan tras la dosificación (por peso). La pre-molienda asegura un buen rendimiento de los molinos, pero requiere, para las mismas materias primas, diferentes silos para las respectivas moliendas.
- Diagrama de flujo con pre-dosificación: En este caso, todas las materias primas se pesan y se mezclan, antes de ser molidas, según cada fórmula. La pre dosificación permite simplificar la alimentación de los molinos con menos silos y una molienda y formulación adecuadas. El inconveniente es la división de la etapa de molienda según el lote, suponiendo mayor consumo de energía y la necesidad de servocontroladores para automatizar el proceso.

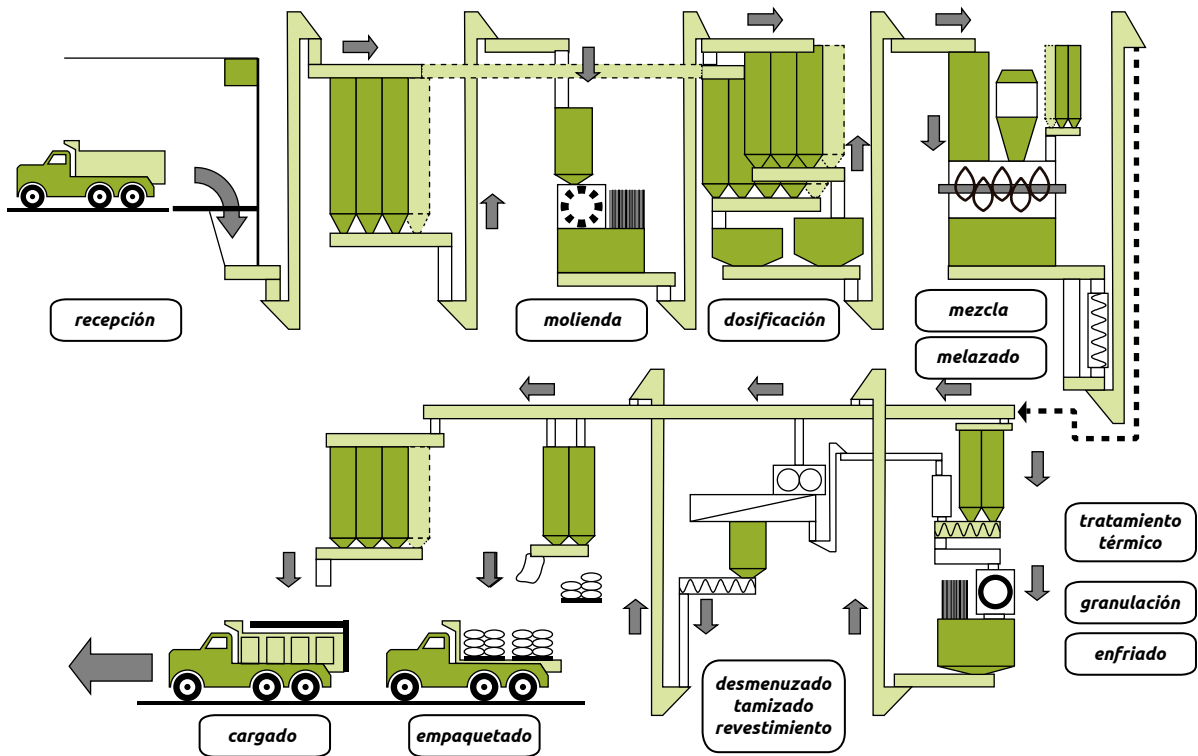


Figura 1. Diagrama con pre-molienda (TECALIMAN).

Hay diferentes tipos de presentación final del pienso:

- *Según el estado: por ejemplo, el pienso llamado “harina”.*
- *Según la forma: gránulos compactos o migajas, tratamiento de calor por inyección de vapor y compresión en molde anular.*

Los piensos se pueden entregar en sacos o a granel.

En Europa las fábricas de pienso almacenan poco tiempo las materias primas (3 días tras la dosificación). Por tanto es un sistema de producción “justo a tiempo”. Los pedidos de pienso activan las necesidades de producción con un periodo corto de entrega (máximo 2-3 días).

La compra de materia prima, con precios volátiles y especulativos, dependerán de la composición del pienso así como del consumo estimado. La trazabilidad de suministros y entregas se facilita con un software de producción eficiente.

La gestión de la calidad de los piensos es muy importante en la industria de piensos compuestos. Deben cumplir los requisitos de los esquemas de certificación específicos según las buenas prácticas de fabricación. Por ejemplo en Francia,

el gobierno asigna unas autorizaciones específicas a las fábricas según el tipo de producción (uso de aditivos, piensos medicados, piensos para producción de animales libres de salmonella, etc.)

1.1 Análisis del subsector de piensos

Durante 25 años, en Europa, la producción de piensos compuestos ha experimentado tres fases. La primera es el aumento de los volúmenes de producción desde 1988 a 1992, después un aumento menor pero constante desde 1993 a 2008 y finalmente un leve descenso de volúmenes desde 2008.

En 2011, la producción europea de piensos compuestos era 150 Mt para una Europa con 27 países o 130 Mt con 15 países. En el proyecto TESLA, nos centramos sólo en cuatro países: Francia, Italia, España y Portugal.

En 2011, la producción francesa de piensos compuestos era de 21,3 Mt. En España, unas 20,1 Mt. Italia produjo 14,5 Mt y por último, Portugal 3,3 Mt (Datos de la FEFAC).

En la Figura 2 se muestra la evolución de la producción de pienso compuesto por categorías en Francia, Italia, España y Portugal.

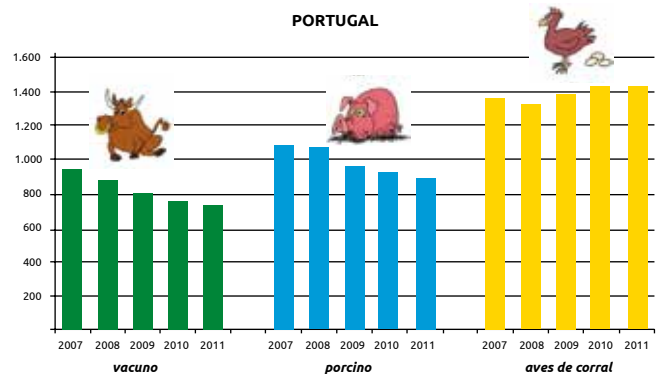
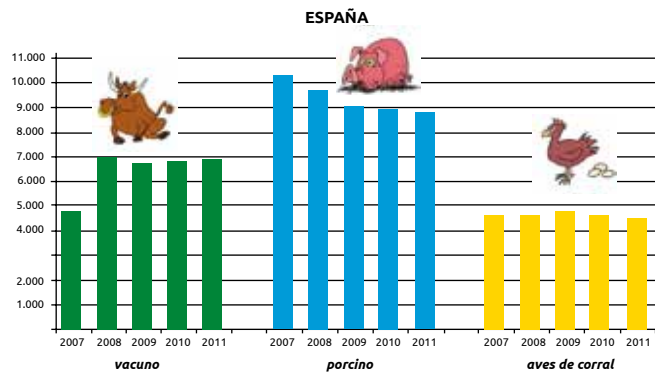
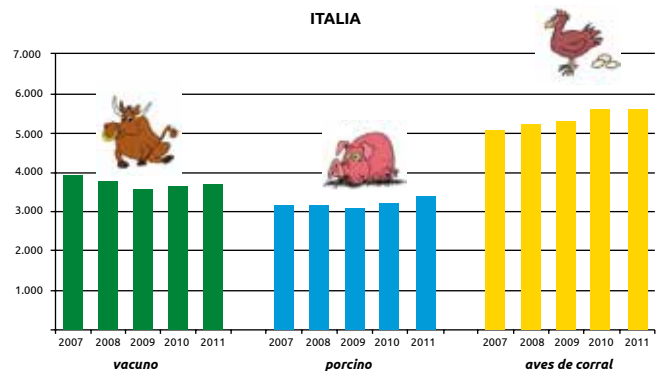
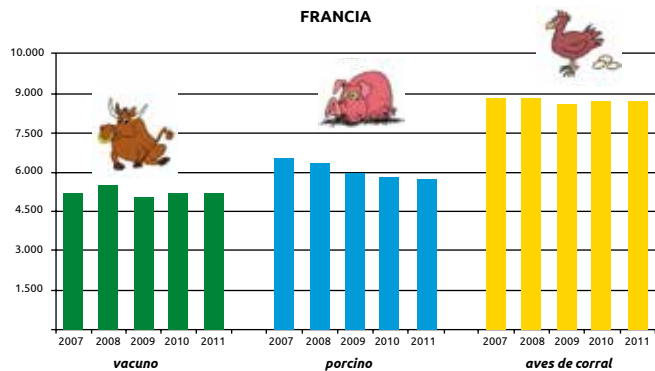


Figura 2. Evolución de la producción de piensos compuestos por categorías (Datos de la FEFAC).

1.2. Marco socio-económico

El marco socioeconómico europeo ha evolucionado según el número de países incorporados a la UE.

La figura 3 muestra la evolución del número (azul) y el tamaño medio de las fábricas de pienso (rojo) en la UE.

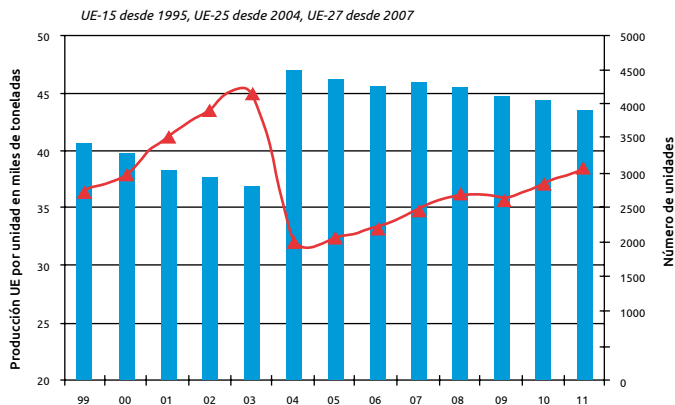


Figura 3. Número y tamaño medio de fábricas de pienso en la UE (datos de la FEFAC).

La reducción del tamaño medio de las unidades de producción en 2004 se debe a la expansión de la UE (UE-15 a UE-27) ya que el número de fábricas de piensos creció con la expansión. En el caso de:

FRANCIA en 2008, el número de fábricas de pienso compuesto era 301 con un nivel de producción media anual de 75,3 kt pero en 2010, el número de fábricas de pienso era de sólo 292 y el nivel de producción media anual fue de 80 kt (SNIA-CoopdeFrance, 2011).

ITALIA 600 empresas distribuidas en el territorio italiano con un nivel de producción anual de 23,8 kt. (ISTAT-Assalzo, 2011)

ESPAÑA El número de productores de pienso compuesto era en torno a 854 en 2011 con un nivel de producción media de 23,5 kt (FEFAC, 2011).

PORTUGAL El número de fábricas de pienso es de 124 con un nivel de producción media de 26,6 kt (DGAV, 2013).

La facturación media europea de la industria de piensos compuestos (sin Luxemburgo, Grecia y Malta) es de 44.510 M€ (FEFAC, 2011). En el caso de:

FRANCIA El sector de los piensos compuestos genera unos 12.000 empleos en Francia, con un volumen en ventas de 7,14 miles de millones de € (FEFAC, 2011). De los 12.000 empleos, 6.000 corresponden a 45 empresas cooperativas (CoopdeFrance) y los otros 6.000 a 203 empresas privadas (datos de la SNIA, 2009).

ITALIA En 2011, el volumen total de ventas fue 6,65 miles de millones de €. El número de empleos directos fue de 8.500. (ISTAT, 2011)

ESPAÑA El valor de la producción del sector en el país fue de alrededor de 5,75 miles de millones de € en 2010 (FEFAC, 2011). En 2011, 12.757 personas fueron empleadas por las fábricas de piensos Españolas (CESFAC, 2011 (INE, datos 2011)).

PORTUGAL De acuerdo con los datos del Instituto Portugués de Estadística, en 2010, el valor de producción del sector rondaba los 1.002 M€. (IACA, 2012), suponiendo 3.551 empleos repartidos en 6 cooperativas (INE, 2011).

Las áreas de producción en Francia e Italia se muestran en las Figuras 4 y 5, respectivamente.

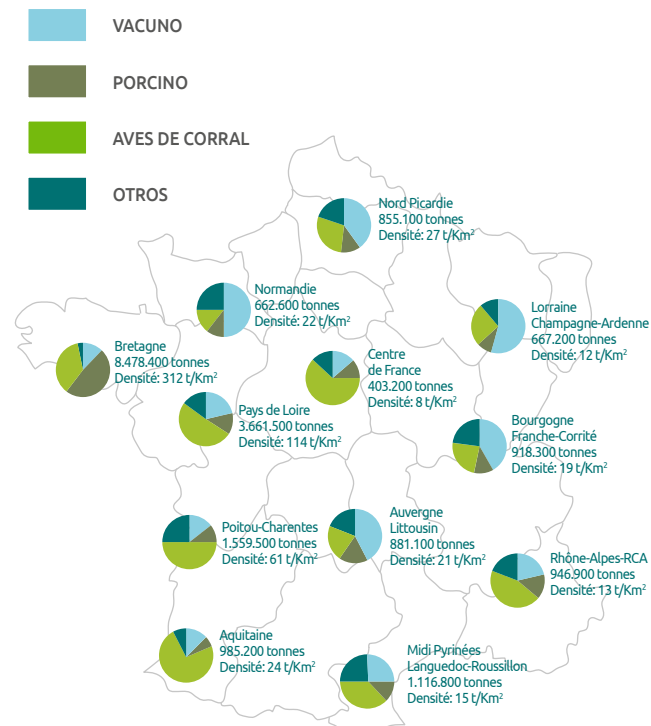


Figura 4. Area de producción en Francia (Vacuno en azul, porcino en marrón, aves de corral en turquesa) (SNIA – CoopdeFrance).

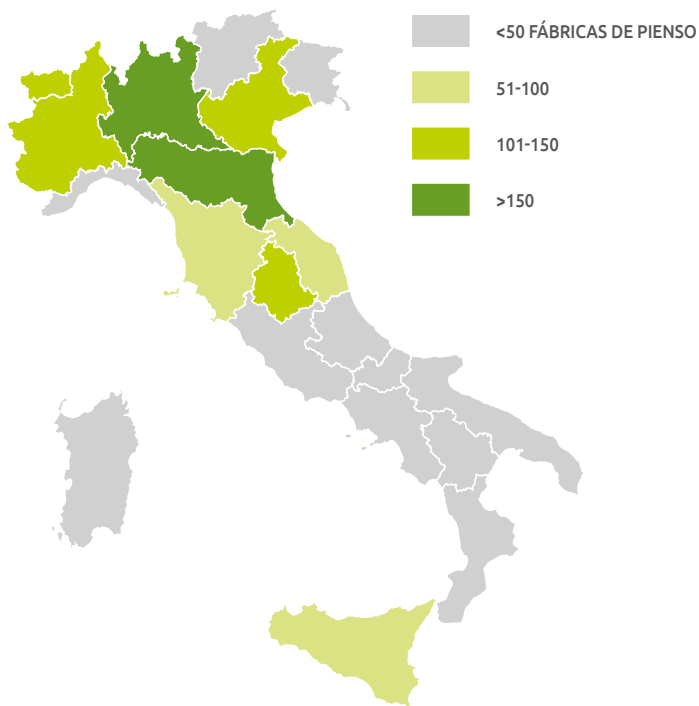


Figura 5. Número de fábricas de pienso en Italia (ISTA–Assalzo 2011).

La mayoría de las fábricas de pienso en Francia son cooperativas agroalimentarias y las zonas de producción se sitúan principalmente en el oeste. De hecho, Bretaña, Países del Loira y Poitou-Charentes suponen el 65% de la producción francesa (sin tener en cuenta las islas). La Figura 5 muestra la distribución de las fábricas de pienso en Italia. Se puede observar que la mayoría se concentran en el norte del país.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La producción de pienso se realiza en diferentes pasos. A continuación se explica de manera sencilla los procesos con menor consumo de energía, y de manera más completa aquellos procesos que más energía consumen. Las diferentes etapas en la producción de pienso son:

RECEPCIÓN. Diferentes materias primas llegan en camión (a veces en tren), se descargan en las tolvas de recepción y se transportan mecánica o neumáticamente a la planta de proceso del pienso: cereales, polvo, líquidos, etc. El envase cambia según el estado físico del material (a granel, grandes bolsas, etc.). Los camiones son pesados a su llegada a recepción y se realiza un primer control de calidad.

MOLIENDA. Se describe en profundidad más adelante (sección 2.1).

DOSIFICACIÓN. Se trata de la etapa que controla el suministro y la distribución del flujo de productos basándose en la señal de los sensores de peso. Se pretende obtener las cantidades adecuadas de cada producto para acercarse al máximo a la fórmula dada por el formulador. El número de contenedores de pesado varía de una planta a otra.

MEZCLADO. El objetivo del mezclado es distribuir lo más homogéneamente posible, los elementos de la fórmula. La mezcladora más usada es la de cinta horizontal con un agitador de cintas. Los parámetros principales del mezclado son el tiempo de mezclado y la velocidad de llenado. Estos parámetros tienen un impacto directo sobre el nivel de producción de la planta, ya que normalmente sólo se tiene una mezcladora.

GRANULADO. Se describe en profundidad más adelante. (sección 2.2).

TRATAMIENTO TÉRMICO. Está relacionado con la necesidad de higienizar el pienso, para eliminar de manera preventiva microorganismos patogénicos. Consiste en tratar el pienso a una temperatura de 85 °C durante algunos minutos bajo la acción del vapor. El pienso en forma de harina es sometido a tratamientos de calor. Estos tratamientos pueden ser continuos o por etapas.

ENFRIAMIENTO. El objetivo de este paso es el secado y enfriado en un mismo equipo. Se trata de una etapa combinada. Estos procesos tienen lugar haciendo pasar un flujo

de aire a través de la masa de pienso. El secado se debe al calor generado por el producto caliente y el enfriado se debe al ajuste del flujo del aire de entrada. El proceso de enfriado es resultado de intercambios acoplados de calor (entalpía) y masa (agua) entre el aire y el producto. El proceso se realiza en enfriadores verticales de flujo a contra-corriente o enfriadores horizontales de flujo cruzado.

DESMENUZADO/TAMIZADO/REVESTIMIENTO. El objetivo del desmenuzado es romper los gránulos en partículas aglomeradas más pequeñas para los animales pequeños (pollos, codornices, etc.). Normalmente el desmenuzador consiste en dos rodillos corrugados situados bajo la salida del enfriador/secador. La dificultad principal es establecer el final de un lote parando el reciclado de partículas finas. La separación de las partículas pequeñas se realiza mediante un tamizado. Tras el tamizado, los líquidos (grasas, enzimas, etc.) se incorporan al pienso en un paso llamado revestimiento. Es el último paso de la dosificación y la fórmula se considera definitivamente completada en este paso.

ACONDICIONAMIENTO/CARGA/REPARTO. Una línea de acondicionamiento consta de tolvas de almacenamiento, estación de llenado de sacos y un sistema de paletizado. En el

llenado de sacos destacan el dosificador y el pesador. Generalmente las bolsas se destinan a los distribuidores mientras que el pienso a granel va directo a las granjas. En general, la mayor parte de la producción se reparte a granel. La carga se puede hacer directamente al camión en un puente de pesaje o en un equipo de pesado (previamente instalado entre el almacén y la zona de carga). El camión tiene diferentes compartimentos acorde a los diferentes lotes a repartir. Una vez en la granja, la descarga depende del tipo de camión (mangueras neumáticas o sistema mecánico).

PROCESOS AUXILIARES. Se detalla de manera completa a continuación (sección 2.3).

2.1. Molienda

La molienda pretende transformar las partículas según la fórmula consiguiendo un tamaño similar, consumiendo la menor energía posible. Un tamaño de partícula parecido favorece un posterior mezclado homogéneo y estable. La molienda favorece la cohesión del gránulo y la eficiencia energética de la fábrica de piensos.

Sólo se muelen materias primas como granos o gránulos de mayor tamaño al deseado, excepto en fábricas con limitaciones o restricciones. El resto de materias primas en polvo se añaden en el

mezclado El molino más usado en piensos para animales es el de martillo (Figura 6).

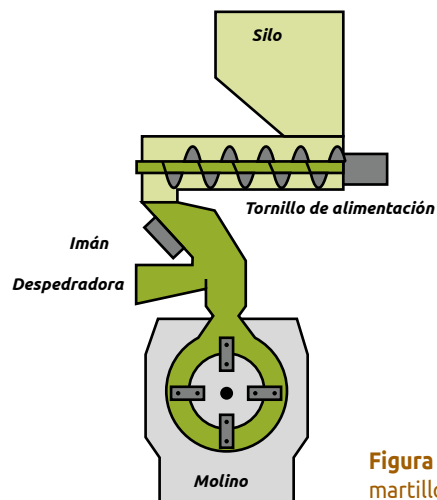


Figura 6. Molino de martillo (Tecaliman).

En cada planta suele haber más de un martillo para realizar esta operación. La alimentación de cada equipo incluye un silo, el cual tiene en la base un tornillo de alimentación encargado de la alimentación del molino. Su velocidad de rotación define la velocidad de flujo del molino.

Al entrar a la cámara de molienda, las materias primas se purgan de posibles objetos extraños: las partículas metálicas mediante un separador de metales (imán o equipo magnético) y las partículas más densas (piedras) con una despedradora mediante flujo de aire. La cámara de molienda está equipada con una pantalla para calibrar la distribución del tamaño de partículas. Las partículas son molidas por martillos reversibles situados sobre discos movidos por un rotor, a una velocidad de entre 1.500 y 3.000 rpm.

Entre el disco y el martillo debe haber unos contrapesos fijos. La alta presión de vacío generada por la succión en la tolva debajo del molino de martillos, que es proporcionada por un gran flujo de aire que contribuye al despedrado, extrae las partículas de la cámara de molienda a través de la pantalla cuando éstas alcanzan el tamaño de partícula deseado.

El aire arrastrado con el producto se separa después de la harina generalmente por filtración en una batería de mangas instalada encima de la tolva situada bajo el molino de martillos. Las mangas limpiadoras poseen un sistema de inyección de aire comprimido a 6-8 bares. La parte de abajo de la tolva situada bajo el molino de martillos consta de un sistema de transporte (un transportador de tornillo) para apartar los productos ya molidos. Esta evacuación se completa con un sistema de válvula rotativa que previene que el aire producido entre al circuito de agua del martillo de molinos.

2.2. Granulado

El granulado pretende convertir el pienso molido en gránulos. Esta transformación física tiene diferentes beneficios como la densificación del pienso (sobre un 40%) lo que aumenta la capacidad de almacenamiento, reducción de costes de transporte y de emisiones de polvo y mejora la conservación. El línea de granulado está compuesta por una serie de etapas sucesivas (Figura 7):

- *Almacenamiento en un pequeños silo, puede haber varios, pero generalmente dos.*
- *Un transportador de tornillo por cada silo que determinan la velocidad de flujo del granulado.*
- *Un mezclador cilíndrico, o acondicionador, en el cual se mezcla el pienso con vapor (producido en una línea periférica por una caldera y un sistema de vapor).*
- *El granulador.*

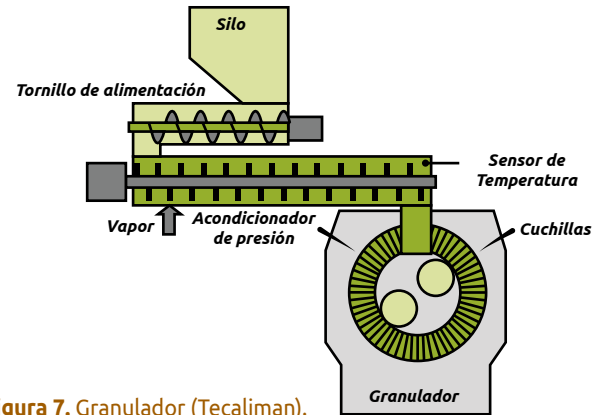


Figura 7. Granulador (Tecaliman).

Sin embargo, tiene algunas desventajas, como una gran inversión (silos, granulador, caldera, enfriador...), además de los costes energéticos (electricidad y vapor), o el cambio del agua con incorporación de agua limpia.

Los ingredientes normalmente se llevan al acondicionador mediante un tornillo equipado con variador de velocidad.

El flujo de alimentación del acondicionador y del granulador se ajusta por un valor de consigna según la velocidad del motor del granulador. El acondicionado de los ingredientes se realiza por incorporación continua de vapor seco. La

inyección de vapor, cerca de la entrada, se regula desde la salida mediante un sensor de temperatura, permitiendo el tratamiento del pienso entre 40 y 95°C. La cantidad de vapor inyectada en el acondicionador afecta al flujo de producción y a la cantidad de energía consumida por el granulador. La granulación es el proceso con mayor consumo de energía en un planta de producción de pienso:

- *Del 50 al 60% del consumo de energía.*
- *Del 80 al 90% del consumo de vapor.*

Antes de pasar por el dispositivo magnético, el pienso pasa a través de un anillo metálico perforado en canales (cabezal metálico, cabezal anular -más típico de molino con cabezal vertical- o cabezal rotativo). Tras ser comprimido por rodillos el pienso se dirige a través del cabezal usando cuchillas raspadoras. Luego el pienso se extruye a través de los cabezales. El pienso sale en forma de cilindro. A la salida de los cabezales de extrusión, dos cuchillas cortan el cilindro estableciendo la longitud de los gránulos.

Tras el granulado, el pienso pasa por gravedad por un enfriador e incluso un desmenuzador o triturador y un tamiz. Las partículas más pequeñas se separan del pienso y retornan a la operación de granulado.

2.3. Procesos auxiliares

2.3.1 . Sistema de aire comprimido

El aire comprimido se obtiene mediante compresores de tornillo rotativos lubricados. También se utilizan compresores rotativos de paletas. En los últimos años ha aumentado la instalación de variadores de velocidad en los compresores. Los compresores se instalan en un local específico o dentro de la planta. Normalmente un solo compresor es suficiente para las necesidades de la planta. Los compresores utilizados se sitúan entre los 18 y los 75 kW con unas presiones máximas de entre 7,5 y 10 bares.

El sistema de secado del aire se suele localizar en la misma zona que el compresor. Lo más utilizado para el sistema de secado es el secador refrigerado. Aunque se puede usar un secador de adsorción regenerado para plantas con grandes producciones. En la práctica, en el sector de los piensos todavía se utiliza un solo sistema de secado de aire para toda la red de distribución. La mayoría de las instalaciones suelen tener una reserva de aire entre el compresor y el secador. El mayor consumo de aire se debe a fugas en la red de aire comprimido. Se puede usar otro sistema de secado de aire: el secador por oscilación de presión. Este usa parte del aire comprimido seco procedente de una torre para secar el desecante de la otra torre siendo regenerado a

baja presión. Se obtiene una regeneración de entre 17 y 20%. El consumo específico de electricidad en el sistema de aire comprimido representa entre el 6-7 % del consumo de una fábrica de pienso, sin incluir la potencia consumida en secadores refrigerados o en secadores de adsorción de calor externo. Normalmente los compresores de aire se detienen durante el fin de semana (cuando la instalación se para).

2.3.2. Caldera

El vapor se produce en la mayoría de plantas mediante calderas de tubos de humo. Se instalan en el cuarto de calderas, incluyendo normalmente el sistema de tratamiento, de agua, la alimentación, etc. En general con una caldera basta. El vapor se suele producir entre 6 y 10 bares (efectivos). El combustible usado puede ser gas natural o GLP (butano o propano). En plantas más pequeñas se suele usar aceite como combustible.

El uso de combustibles pesados o electricidad es mínimo. El uso de combustibles procedentes de biomasa y gas natural están aumentando en el sector de los piensos. El tamaño de caldera depende de las necesidades de vapor. Pocas calderas se usan con capacidad superior a 5 t/hora. En algunas plantas, la caldera queda bajo presión al parar la producción.

La purga de la caldera varía mucho de una planta de piensos a otra. También varía con el tiempo en una misma caldera. Los parámetros que influyen en la purga son:

- *Características del agua de alimentación (puede cambiar dependiendo particularmente del origen del agua),*
- *El tratamiento del agua,*
- *El modo de funcionamiento de las válvulas (manual, automático, etc.).*

El índice de retorno de condensados al tanque de alimentación depende fundamentalmente del criterio de los usuarios, de sus actuaciones y de la estructura de condensados. Es muy común encontrar condensados a baja presión saliendo directamente por la alcantarilla. Si el uso de vapor se limita a su inyección en el acondicionador del gránulo, el índice de retorno de condensados al tanque de alimentación está entre 5 y 20%. En este caso, la temperatura del agua de alimentación supera los 50 o 60 °C. El índice de retorno aumenta si la planta:

- *Posee un intercambiador vapor/agua,*
- *Realiza tratamiento de calor del pienso.*

2.3.3. Motores eléctricos

En una fábrica de piensos, el consumo eléctrico de los motores supone más de un 90% del consumo total. La potencia de los motores puede ir de algunos kW a cientos de kW. Sólo el 5% de todos los motores pueden consumir más del 70% del consumo eléctrico total. Este 5% corresponde a los motores usados en la molienda, granulado, mezclado, sistema de ventiladores y sistema de aire comprimido. La mayoría de los motores son de inducción y pocos utilizan variador de velocidad. La figura 8 muestra el desglose económico de la adquisición de un motor. Esta figura explica que el coste global de un motor depende de su consumo energético mientras que el coste de compra representa aproximadamente un 2.5%.

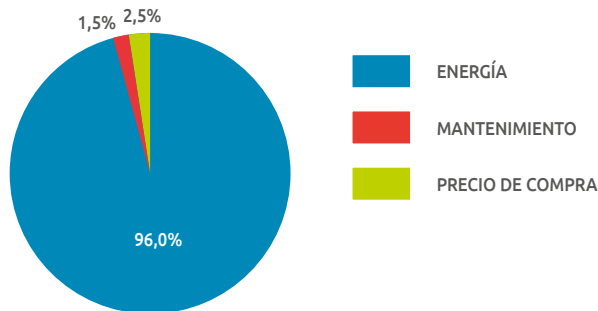


Figura 8. Desglose del coste de un motor (Motor Challenge).

2.3.4. Alumbrado

Las lámparas más usadas son las de descarga de gas, como las de sodio a alta presión o las de vapor de mercurio para zonas de producción, y las lámparas halógenas en recepción de materia prima. Estos dispositivos son de alta potencia, sobre los 400 W en la mayoría de los casos. Además necesitan dispositivos auxiliares (balastos) que aumentan la energía final consumida. Gracias a la avanzada tecnología que ofrece la iluminación LED, es posible cambiar el sistema antiguo por uno nuevo usando LED con un coste razonable y alta viabilidad ya que la reducción de potencia será mayor al 65 %.



3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SECTOR DE PIENSOS

En este sector las fuentes de energía principales son electricidad y combustibles (gas natural, propano, butano, combustibles pesados y aceite calefactor). El gas natural es el más usado para la producción de vapor.

3.1. Consumo eléctrico

En las fábricas de pienso, la electricidad se usa para los motores (suponiendo aproximadamente el 90% del consumo eléctrico), para producción de aire comprimido, y para iluminación de los edificios. En algunas plantas se usa la electricidad para calentar líquidos contenidos en algunos silos de almacenamiento y en algunos casos, para producción de vapor.

TABLA 1. CONSUMOS ELÉCTRICOS (FRANCIA/ITALIA/ESPAÑA/PORTUGAL).

	Capacidad producción de la fábrica estudiada	Ratio energía eléctrica/producción	Potencia eléctrica instalada
Francia	80 kt/año	De 18 to 60 kWh/t de pienso	Según el tipo de pienso
Italia	130 kt/año	20kWh/t de pienso	450kW
España	44 kt/año	16 kWh/t de pienso	725 kW
Portugal	81 kt/año	13,8 kWh/t de pienso	430 kW

Fuentes: Tecaliman/Company Valmori SR/Proyecto CO2OP de Cooperativas Agro-alimentarias/Instituto Nacional de Estadística de Portugal.

Las decisiones de manejo en las operaciones pueden causar periodos de carga parcial o incluso de vacío de operaciones. Estos periodos pueden ser más o menos alargados. La tabla 1 indica los valores medios de consumo eléctrico en Francia, Italia, España y Portugal.

Considerando 3 fábricas de pienso francesas con distintas producciones (media 80 kt), los diferentes valores de consumo eléctrico se pueden ver incluidos en la Tabla 2.

TABLA 2. EJEMPLO DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS DE UNA PLANTA TIPO EN FRANCIA.

	Fábrica de pienso especializada en vacuno	Fábrica de pienso especializada en aves de corral	Fábrica de pienso multiespecie (ganado, aves, cerdos)
Consumo eléctrico anual	3,4 GWh	2,8 GWh	2,3 GWh
Consumo de potencia eléctrica específica (kWh por tonelada)	43 kWh por tonelada	37 kWh por tonelada	31 kWh por tonelada

Fuente: Tecaliman

Por otra parte, se pueden encontrar las distribuciones típicas de consumo eléctrico para procesos en Italia, España

y Portugal (Tabla 3).

TABLA 3. DISTRIBUCIONES TÍPICAS DE CONSUMO ELÉCTRICO (ITALIA/ESPAÑA/PORTUGAL).					
PROCESO (ORDEN SECUENCIAL)	TECNOLOGÍA TÍPICA	Potencia eléctrica instalada (kW)		Consumo eléctrico (kWh/año)	
		Italia/España	Portugal	Italia/España	Portugal
Recepción materia prima	Tolvas de materias primas, transportador, motores eléctricos	55	96	13.000	270.435
Molienda	Molino horizontal de martillos, motores eléctricos	230	113	146.000	397.567
Mezclado	Carro mezclas, mezclador horizontal, motores eléctricos	240	40	82.000	121.928
Adición grasas y melazas	Mezclador horizontal, mezclador melazas, motores eléctricos	35	3	9.000	10.236
Granulado	Granulador, caldera vapor, enfriador, motores eléctricos	260	180	108.000	276.668
Empaquetado	Motores eléctricos	40	3	21.000	19.864
Iluminación y otros procesos eléctricos auxiliares	Fluorescentes	140	5	51.000	16.637
TOTAL		1.000	440	430.000	1.113.427

Fuentes: Company Valmori SR/Proyecto CO2OP de Cooperativas Agro-alimentarias/UEvora

3.2. Consumo térmico

El consumo térmico se debe principalmente al proceso de granulado, para la formación del gránulo y el tratamiento de calor del pienso (por ejemplo, pienso para aves). El disposi-

tivo con mayor consumo térmico es la caldera para producción de vapor. La tabla 4 muestra valores medios de consumo térmico en Francia, Italia, España y Portugal.

TABLA 4. CONSUMO TÉRMICO (FRANCIA/ITALIA/ESPAÑA/PORTUGAL).

	Capacidad de producción de la fábrica de pienso considerada	Ratio entre consumo térmico/producción	Potencia térmica instalada (en especial en la caldera)
Francia	80 kt/año	From 20 to 50 kWh/t de pienso	De 1.400 a 2.050 kW
Italia	130 kt/año	55 kWh/t de pienso	De 813 a 1.744 kW
España	44 kt/año	11 kWh/t de pienso	De 1.400 a 2.000 kW
Portugal	81 kt/año	10,4 kWh/t de pienso	220 kW

Fuentes: Tecaliman/Company Valmori SR/Proyecto CO2OP de Cooperativas Agro-alimentarias/Instituto Nacional de Estadística de Portugal.

Estudiando tres fábricas de pienso francesas con diferentes producciones (media 80.0 kt), los valores de consumos

térmicos que se obtuvieron fueron los que se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5. CONSUMOS TÉRMICOS DE PLANTAS FRANCESAS TIPO

	Fábrica de pienso especializada en vacuno	Fábrica de pienso especializada en aves de corral	Fábrica de pienso multiespecie (ganado, aves corral, cerdos)
Consumo térmico anual	1,9 GWh lhv	2,4 GWh lhv	1,1 GWh lhv
Consumo potencia térmica específica (kWh pci* por t granulada)	26	41	26

Fuente: Tecaliman

*PCI: poder calorífico inferior

Además, podemos encontrar las mismas distribuciones típicas de consumo térmico para Italia, España y Portugal (Tabla 6).

TABLA 6. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA (ITALIA/ESPAÑA/PORTUGAL).

PROCESO (ORDEN SECUENCIAL)	TECNOLOGÍA TÍPICA	Potencia térmica instalada (kW)		Consumo de energía térmica (kWh/año)	
		Italia/España	Portugal	Italia/España	Portugal
Adición de grasas y melazas	Mezclador horizontal, mezclador melazas, motores eléctricos	80		20.000	
Granulado	Granulador, caldera vapor, enfriador, motores eléctricos	420		170.000	
Procesos térmicos auxiliares	Caldera calefacción, transporte	300	220	110.000	794.640
Equipos auxiliares	Carretillas elevadoras				49.659
TOTAL		800	220	300.000	844.299

Fuentes: Company Valmori SR/Proyecto CO2OP proyecto de Cooperativas Agro-alimentarias/UÉvora.

3.3. Balance energético

La figura 9 representa el balance energético en forma de diagrama de Sankey.

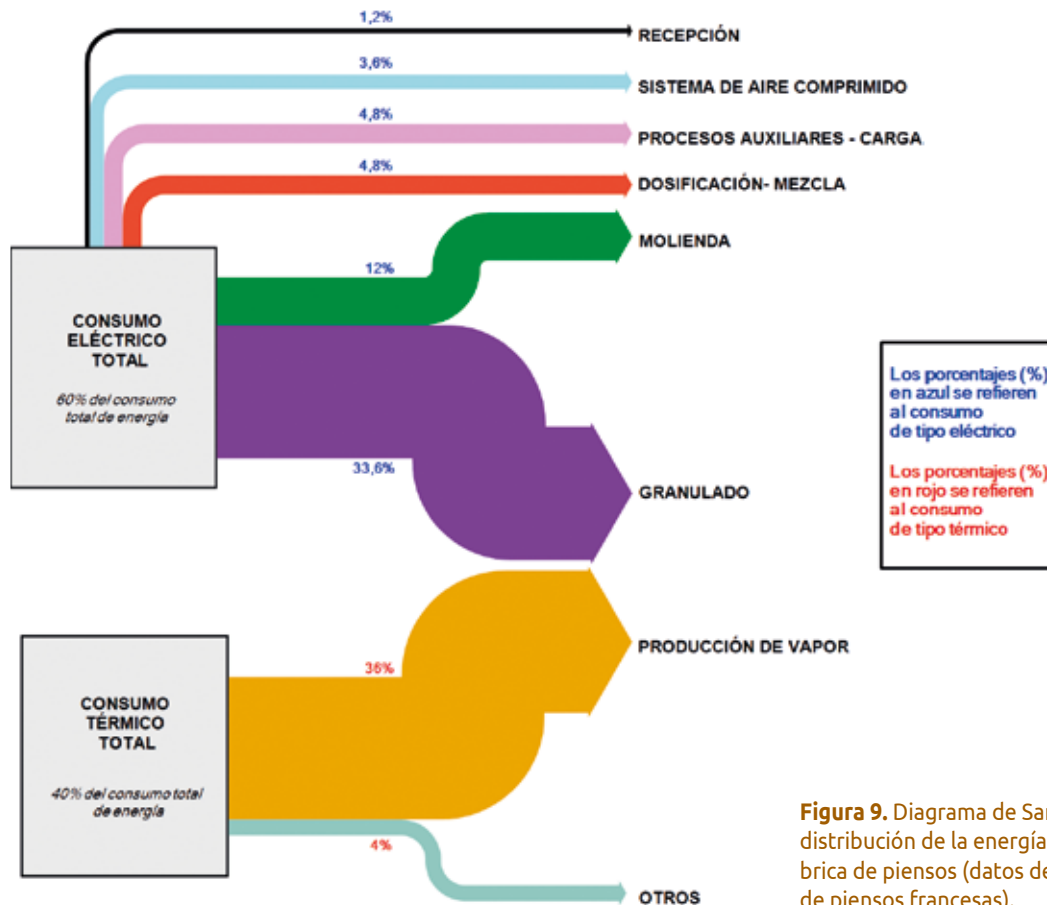


Figura 9. Diagrama de Sankey de la distribución de la energía en una fábrica de piensos (datos de las fábricas de piensos francesas).

3.4. Costes energéticos

El contexto energético europeo varía según el país considerado. De hecho, el coste de la energía varía según la política energética nacional. La tabla 7 muestra ejemplos de costes de energía térmica y eléctrica en industrias de Francia, Italia, España y Portugal.

**TABLA 7. COSTES ENERGÉTICOS
(FRANCIA/ITALIA/ESPAÑA/PORTUGAL).**

	Coste de la energía eléctrica (€/MWh)	Coste de la energía térmica (€/MWh)
Francia	De 60 a 110	De 20 a 80
Italia	Alrededor de 144	Alrededor de 37
España	125	60
Portugal	80	70

Fuentes: Tecaliman/Company Valmori SR/Proyecto CO2OP de Cooperativas Agro-alimentarias/Instituto Nacional de Estadística de Portugal.

3.5. Particularidades del subsector

En realidad no existen particularidades en el sector de producción de pienso. De hecho, el ganado siempre necesita pienso para un buen desarrollo. En Europa y especialmente en Portugal, España e Italia, no existe estacionalidad en el consumo de energía eléctrica y térmica. Sin embargo, en Francia, existe mayor consumo de energía eléctrica y térmica en otoño e invierno, debido a una organización diferente de trabajo para la producción de pienso para ganado.

4. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Este apartado se ha desarrollado con la ayuda de Best Available Techniques (BATs) Reference Document (BREF) para la Eficiencia Energética de la Comisión Europea, aprobada en 2009. Se ha realizado una selección de medidas para la mejora y así poder identificar las acciones de mayor potencial a usar en el sector de los piensos. Las soluciones para aumentar el ahorro energético en procesos productivos e instalaciones en el procesado de pienso son numerosas. El interés de estas soluciones debe ser evaluado en cada caso según cada fábrica de pienso. Cada planta debe ser considerada como un caso específico, es decir, es imposible generalizar un caso para todas las industrias de piensos. El periodo de retorno puede variar dependiendo de la inversión, el tiempo de funcionamiento y tamaño de los equipos, coste de la energía, localización, etc.

4.1. Sistema de vapor

Varias mejoras se pueden hacer en el caso del sistema de vapor.

AJUSTAR EL SISTEMA DE VAPOR. El exceso de aire mínimo para mantener las emisiones dentro del límite depende del quemador y de la caldera. Se deberían llevar a cabo re-

visiones periódicas para optimizar la combustión y si fuera necesario, ajustar el quemador.

REDUCIR EL FLUJO DE LOS GASES DE COMBUSTION REDUCIENDO EL EXCESO DE AIRE. El exceso de aire se puede minimizar ajustando el flujo de aire respecto al flujo de combustible de la caldera. Esto se puede hacer mediante la medición automatizada de contenido de oxígeno en los gases de combustión.

PRECALENTAR EL AGUA DE ALIMENTACIÓN. El agua que va del tanque de alimentación a la caldera tiene una temperatura de < 60°C. La recuperación de calor es posible precalentando el agua de alimentación, y así reducir el consumo de combustible de la caldera. El precalentamiento se puede hacer: usando agua ya utilizada en la purga de las calderas, retornando condensados, en el compresor de aire, etc.; o usando economizadores y/o condensadores que son intercambiadores y reducen las necesidades de combustible transfiriendo calor de los gases de combustión al agua de alimentación de la caldera.

MINIMIZANDO LAS PURGAS DE LA CALDERA. Especialmente se pueden reducir pérdidas de energía ya que la temperatura de las purgas está relacionada con la del vapor generado en

la caldera. Se puede hacer programando revisiones periódicas de la calidad del agua de la caldera para reducir así los niveles de sólidos disueltos totales (TDS) a límites aceptables; o mediante la mejora de la instalación del sistema de control automatizado de purgado, normalmente monitorizando la conductividad.

MINIMIZAR PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL CICLO DE LA CALDERA. Las pérdidas durante ciclos cortos tienen lugar cada vez que la caldera se apaga para poco tiempo. Estas pérdidas pueden ser mayores si las calderas de vapor tienen la capacidad alcanzar la temperatura necesaria en poco tiempo. En estos casos la capacidad instalada de la caldera es considerablemente mayor que la generalmente necesitada. Sería aconsejable remplazar el sistema de caldera o bien adaptar el quemador de la caldera.

OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR. Para un adecuado funcionamiento del sistema de distribución se requiere un diseño y un mantenimiento efectivos. Los tubos deben estar bien dimensionados, instalados, aislados y configurados con la flexibilidad adecuada. El sistema de distribución debería permitir el drenaje de condensados, siendo importante la selección de los tubos del sistema de purga y los purgadores adecuados.

IMPLEMENTAR PROGRAMA DE CONTROL Y REPARACIÓN DE PURGADORES DE VAPOR. Las fugas en los purgadores suponen pérdidas de vapor, con consecuentes pérdidas de energía. Un mantenimiento adecuado puede reducir estas pérdidas de manera eficiente. La frecuencia de revisión de los purgadores depende del tamaño de la empresa, del flujo de vapor, de la presión del proceso, del número y tamaño de purgadores y de la antigüedad del sistema, así como de la posible existencia de planes de mantenimiento.

RECIRCULACIÓN DE CONDENSADOS A LA CALDERA PARA SU REUTILIZACIÓN. Los condensados se recogen y recirculan al depósito de agua de alimentación para: aprovechar la energía de los condensados; ahorrar el coste del agua nueva; ahorrar el coste del calentamiento del agua nueva; reducir el uso de productos químicos para el tratamiento del agua; y reducir la cantidad de agua utilizada y descargada.

4.2. Ventilación

La ventilación se usa en el molino de martillos y en los enfriadores. Para tener un sistema eficiente de ventilación, es necesario revisar algunos puntos.

VENTILADORES. Al diseñar o modificar una instalación es esencial elegir el tamaño adecuado de ventilador, de manera que opere lo más aproximado a su máxima eficiencia.

SISTEMA DE AIRE. El diseño del sistema de aire debe cumplir ciertos requisitos para ser eficiente. Es necesario comprobar que el sistema es hermético, especialmente en las juntas.

MOTORES ELÉCTRICOS (y su acoplamiento a los ventiladores): elección del tipo y tamaño correcto de motor.

GESTIÓN DEL FLUJO DE AIRE. El flujo de aire es un parámetro básico ya que supone un consumo de energía en los sistemas de ventilación. Por ejemplo: reducir un 20% el flujo, reduce un 50% la energía consumida por el ventilador. Algunas instalaciones no deben funcionar siempre al máximo por lo que es importante poder ajustar la velocidad del ventilador.

CONTROLADORES ELECTRÓNICOS DE LA VELOCIDAD. Se pueden usar para adaptar la carga de operación de los ventiladores, optimizando el consumo del motor y ahorrando energía.

4.3. Motores eficientes

El consumo de electricidad de un motor depende de varios factores. Para beneficiarse al máximo del potencial de ahorro, los usuarios deberían optimizar el sistema general del cual el motor forma parte, antes de considerar el motor en sí. Los siguientes puntos se han de tener en cuenta para mejorar la eficiencia del sistema.

MOTORES DE GRAN EFICIENCIA. Las mejoras en motores son muy recomendadas en las fábricas de pienso donde algunos motores utilizados tienen una potencia instalada mayor de 100 kW (generalmente en el molido y en el granulado) y funcionan durante aproximadamente 2.000 horas al año. La norma CEI 60034-30 define la clasificación de los motores eléctricos según su eficiencia energética. Según esta clasificación hay 5 niveles posibles:

- *IE1: Eficiencia estándar*
- *IE2: Alta eficiencia*
- *IE3: Eficiencia Premium*
- *IE4: Eficiencia Súper Premium*
- *IE5: Eficiencia Ultra Premium (recientemente disponible en el mercado)*

La Directiva Europea EuP (*Energy-using Products*), establece los requisitos de eco-diseño relativos a los motores, según los niveles de eficiencia definidos en la norma CEI 60034-30. Esta directiva establece que los niveles de eficiencia energética que deben alcanzar o superar los motores comercializados serán: IE2 a partir del 16 de junio de 2011; IE3 a partir del 1 de enero de 2015 para los motores de 7,5 a 375 kW; e IE3 a partir del 1 de enero de 2017 para los motores de 0,75 a 375 kW.

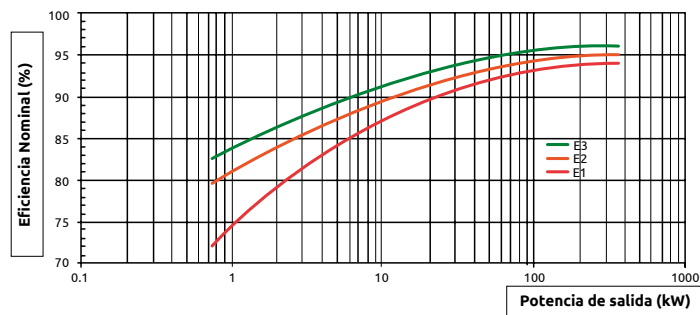


Figura 10. Curvas de comparación de eficiencia energética (CIRCE, 2013).

DIMENSIÓN ADECUADA DE LOS MOTORES. La máxima eficiencia se obtiene cuando los motores trabajan entre el 60 y 100 % de carga. El pico máximo de eficiencia energética es sobre el 75 % de carga y baja relativamente poco hasta el 50% de carga. Por debajo del 40% un motor eléctrico no trabaja en condiciones óptimas y la eficiencia baja drásticamente. Sin embargo, motores de rangos mayores pueden trabajar con eficiencias razonables hasta cargas por debajo de 30%. La figura 11 muestra la relación entre la eficiencia y la carga de un motor eléctrico.

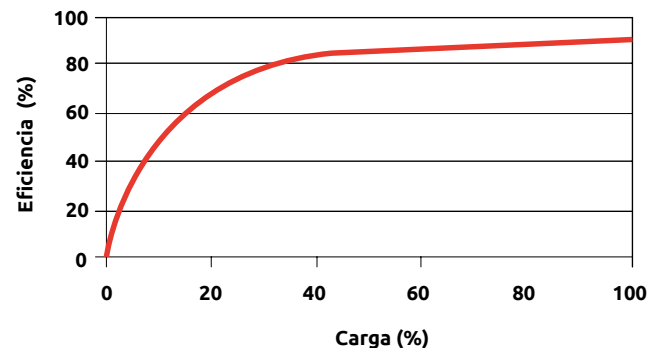


Figura 11: Eficiencia de un motor eléctrico en función de la carga (BREF, 2009).

CONTROLES DEL MOTOR. El objetivo es limitar al mínimo necesario los motores al ralentí (sin carga) por ejemplo mediante un sensor de presencia, un reloj, un controlador de proceso, etc. Así se contribuye a la eficiencia energética apagando los motores cuando no son necesarios, mediante un interruptor o un contactor para conectar y desconectar el motor de la red.

El ajuste de la velocidad del motor mediante variadores de velocidad (VSDs) puede suponer ahorros energéticos además de un mejor control del proceso y menos desgaste en los equipos mecánicos. Cuando la carga varía, los VSDs reducen el consumo de energía eléctrica sobre todo en bombas centrífugas, compresores y ventiladores. Aplicaciones de procesamiento de materiales como el molino de martillos, así como etapas de transporte como las cintas de transporte también se pueden beneficiar en términos de consumo energético y sobre todo de rendimiento con el uso de VSDs.

La transmisión de equipos como ejes, correas, cadenas y engranajes deben tener una instalación y mantenimiento adecuados, el sistema de transmisión del motor a la carga es una fuente de pérdidas. Estas pérdidas varían significativamente desde 0 a 45%. El acoplamiento directo es la mejor opción posible (siempre que sea factible).

4.4. Sistema de Aire Comprimido (SAC)

Casi todas las industrias tienen sistema de aire comprimido para: granuladoras, compresores, cintas de transporte, etc. La eficiencia energética en sistemas de aire comprimido se puede mejorar con las siguientes medidas:

OPTIMIZANDO EL DISEÑO DEL SISTEMA. Algunos SACs carecen de un diseño global actualizado. La adición desordenada de compresores adicionales en diversas etapas conforme pasa el tiempo suele provocar un rendimiento por debajo del óptimo del SAC. Un parámetro fundamental en un SAC es la presión que debe satisfacer el 95% de las necesidades, utilizando un pequeño dispositivo para el resto.

Otra cuestión fundamental en el diseño de un SAC es el dimensionado de los tubos y la posición de los compresores. Un diseño adecuado del sistema debería tener unas pérdidas de presión por debajo del 10% de la presión de descarga desde el compresor hasta el punto de uso.

VARIADORES DE VELOCIDAD (VSD) Y DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO. Cada vez que las necesidades de aire del proceso fluctúan (durante el día o la semana) el VSD y el depósito de almacenamiento ayudarán a reducir la ener-

gía demandada por el sistema de aire comprimido. El ahorro puede ser mayor al 30% aunque la media de ahorro en un SAC con un compresor al añadir el VSD suele ser del 15%. Por otro lado, un depósito de almacenamiento ayuda a reducir la presión con variaciones de demanda y completar cortos picos de demanda. Además los VSDs tienen otras ventajas: presión estable, mayor factor de potencia y menor potencia reactiva y un arranque suave para velocidades bajas lo que aumenta la vida útil del compresor.

REDUCCIÓN DE FUGAS EN EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO. La reducción de fugas en el sistema de aire comprimido (SAC) es de largo la medida con más potencial. Las fugas son directamente proporcionales a la presión del sistema. Las fugas están presentes en todos los SAC y son efectivas 24 horas al día, no sólo durante la producción. El porcentaje de pérdidas de capacidad del compresor por fugas podría ser menor al 15% en un sistema bien mantenido y mayor de 25% en un sistema con un mantenimiento pobre, “históricamente mejorado”.

Los programas de mantenimiento preventivo para sistemas de aire comprimido deberían incluir medidas de prevención de fugas y test de fugas periódicos. Otra manera de reducir

las fugas es bajar la presión de trabajo del sistema: con menor diferencial de presión a través de la fuga, el flujo a través de la fuga se ve reducido.

ALIMENTACIÓN DE LOS COMPRESORES CON AIRE FRÍO EXTERIOR. Por razones termodinámicas, la compresión de aire caliente requiere más energía que la compresión de aire frío. Por ello, es conveniente alimentar el compresor con aire frío exterior, colocando un conducto entre el exterior y la entrada de aire del compresor, o la instalación completa de aire comprimido. Conviene que la entrada de aire exterior esté en el lado norte, o al menos sombreada la mayor parte del tiempo.

OPTIMIZACIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN. Cuanto menor sea la presión de la instalación, menores costes tendrá el sistema. En cualquier caso, es necesario asegurar que todos los consumidores de aire comprimido tienen un adecuado suministro. Una forma de ajustar la presión a bajo coste es utilizar presostatos mecánicos. También se puede regular la presión con un compresor con regulación de la velocidad de giro, adaptando esta velocidad a la necesidad de aire comprimido de cada momento.

4.5. Variadores de velocidad

Los variadores de velocidad se pueden utilizar en muchos procesos a carga variable: bombas centrífugas, ventiladores, molinos, tolvas, cintas transportadoras, compresores, etc. Con el variador, el consumo de energía del motor eléctrico es menor a carga variable, ya que se adapta el giro del motor a las necesidades en cada momento.

Los variadores de velocidad o variadores de frecuencia regulan la velocidad de giro del motor, convirtiendo el voltaje y la frecuencia fijos de la red en parámetros variables. La velocidad de giro del motor es proporcional a la frecuencia de la corriente; si se regula además el voltaje, se puede cambiar el par aplicado. El resultado es que se puede regular el funcionamiento del motor en función de variables externas: temperatura, caudal o nivel de carga.

El ahorro de energía conseguido depende de varios factores, entre ellos el número de horas de funcionamiento anual; en porcentaje puede llegar a ser hasta del 30%.

4.6. Aislamiento

En varios sectores del proyecto TESLA, es necesario transportar calor o frío; esto ocurre, por ejemplo, en calderas, desde las cuales se envía agua caliente o vapor a los puntos donde se precisa. En estos casos, el mantenimiento de los materiales aislantes es muy importante para evitar pérdidas térmicas o condensaciones. Se deben seguir varias recomendaciones: evitar la corrosión, proteger frente a la radiación UV, mantener seco el material (prestando atención a posibles escapes de líquido que puedan afectar al material aislante). El material debe ser flexible y fácil de instalar, con muy baja conductividad térmica (hasta $0,04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$). Generalmente los aislantes trabajan con temperaturas entre -50°C y 110°C .

AISLAMIENTO DE TUBERÍAS. El ahorro potencial va a depender de: longitud y diámetro de la tubería (o superficie a aislar), temperatura interior y exterior, y conductividad y espesor del material aislante. Un ejemplo: dos tuberías que transportan un fluido caliente, en un caso con material aislante y en el otro sin él. En ambos casos, la temperatura del fluido es 60°C , la temperatura del aire es 15°C , la longitud de la tubería 350 m, el diámetro de la tubería 150 mm, y el material aislante es poliuretano de 31 mm de espesor y conductividad térmica $0,04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.

La comparación entre las dos situaciones muestra que las pérdidas de energía se reducen con el aislamiento en un 85%; el ahorro de energía por este concepto puede ser muy significativo con costes muy bajos.

AISLAMIENTO DE VÁLVULAS. En relación a lo anterior, las fijaciones, válvulas y otros puntos singulares no suelen estar bien aisladas. Existen elementos aislantes específicos para estos puntos. Considerando una temperatura de la válvula de 150°C, temperatura de la sala 20°C, y tamaño de válvula 150 mm, se calcula que el ahorro de energía potencial instalando un aislamiento móvil sobre la válvula puede ser de 970 W (BREF, 2009).

Además, como regla general, cualquier superficie que alcance temperaturas superiores a 50°C y tenga riesgo de contacto con personas, debería aislarse por seguridad.

4.7. Recuperación de calor

En este manual se mencionan tres métodos de recuperación de calor, y que no implican ningún aumento en el consumo de energía.

SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE. Los colectores solares de alto rendimiento están equipados con un cristal

especial cuya transferencia energética es superior al 92%. El absorbedor está fabricado en cobre con tratamiento selectivo (TINOX) y aguanta una temperatura máxima de 250 °C, con un rendimiento óptico del 75% y un coeficiente de pérdidas de 2,9 W/m²°C . El potencial de ahorro depende de la superficie cubierta con esta tecnología. Un ahorro normal ronda el 50 - 70% dependiendo de las condiciones meteorológicas y la demanda de energía. En conclusión, se puede reducir el consumo de la caldera, el consumo de combustible y emitir menos CO₂ . La energía solar térmica debería ser útil en países del sur como son los implicados en el proyecto TESLA.

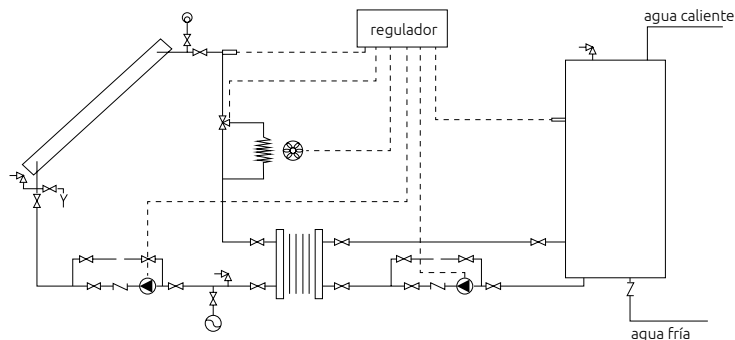


Figura 12. Esquema de sistema solar térmico IMS (CPC solar).

RECUPERACIÓN DE CALOR EN COMPRESORES DE AIRE. La mayoría de la energía eléctrica consumida por un compresor de aire se convierte en calor, y se disipa en el exterior del edificio. En algunos casos, la instalación de una unidad recuperadora de calor puede recobrar un alto porcentaje de este calor disponible, aplicándolo en calentamiento de aire o de agua. Hay dos tipos de sistemas de recuperación:

- **Aire caliente:** El calor recuperado puede ser usado en distintas operaciones con necesidad de aire caliente. El aire del ambiente pasa por el compresor cogiendo calor resultante del proceso de aire comprimido. Los únicos cambios necesarios son la incorporación de conductos y otro ventilador para hacer frente a la carga en los nuevos ,conductos y reducir la carga del ventilador del compresor de refrigeración. Estos sistemas de recuperación de calor se pueden equipar con ventilación controlada por termostato. El aire caliente se puede usar para la calefacción de recintos.
- **Agua caliente:** en algunos modelos de compresores, es posible acoplar un intercambiador de calor por agua para extraer el calor sobrante del proceso del compresor. El agua caliente generada se puede

utilizar en cualquiera de las necesidades del edificio; el sistema produce, dependiendo del modelo, agua potable o no potable. Si no se demanda agua caliente, el sistema vuelca el calor en el disipador convencional del compresor.

Muchos compresores comerciales permiten acoplar los recuperadores de calor descritos, bien integrados en el compresor o como solución externa al equipo. Un sistema bien diseñado puede recuperar aproximadamente el 50 -90 % del calor disponible.

RECUPERACIÓN DE CALOR CON ECONOMIZADORES O CONDENSADOR. En calderas es posible instalar economizadores para recuperar el calor de los gases de escape. Este tipo de instalaciones reduce el consumo de energía global de la caldera. El economizador es un intercambiador de calor instalado en la chimenea de salida de los gases; el calor recuperado se transfiere al agua de la caldera o a otros procesos. Este tipo de instalación consigue un ahorro de energía en torno al 5% (existe un límite en la recuperación para no producir condensaciones y corrosión en la chimenea). Otra alternativa eficiente son las calderas de condensación que permiten recuperar parte del calor de los gases de combustión condensando

parte del vapor de agua. El ahorro de energía depende de la pérdida de temperatura de los gases de la combustión. En algunos casos reales, la instalación de una caldera de condensación ha permitido alcanzar ahorros energéticos de entre el 5 y el 10%.

4.8. Iluminación

En los sectores del proyecto TESLA son necesarias potentes instalaciones de iluminación. En la actualidad se instalan varios tipos de lámparas, fundamentalmente de descarga de gases (fluorescentes, vapor de sodio, vapor de mercurio), o

halogenuros. Algunas de estas lámparas son poco eficientes (vapor de mercurio) y pueden reemplazarse por lámparas LED. La tecnología LED tiene mayor vida útil (más de 50.000 horas), menos mantenimiento, rendimiento en color del 80%, temperatura de color de 4.000 K, y un ahorro de energía hasta del 75%. El flujo luminoso está en torno a los 10.000 lúmenes (para 110 W) y 20.000 lúmenes (para 210 W). En general, la sustitución de la lámpara es sencilla. La siguiente tabla muestra el ahorro de energía que se puede conseguir reemplazando lámparas de descarga en gases por LEDs.

TABLA 8. AHORRO ENERGÉTICO CON LED.

SITUACIÓN DE PARTIDA	ALTERNATIVA CON EFICIENCIA ENERGÉTICA	REDUCCIÓN DE LA POTENCIA
Tubo fluorescente 2x18W (total instalado 42 W incluyendo el balasto)	LED18S (19W)	54%
Tubo fluorescente 2x58W (total instalado 136 W incluyendo el balasto)	LED60S (57W)	58%
Lámpara de vapor de mercurio 250 W (total instalado 268 W incluyendo equipos auxiliares)	BY120P (110 W)	58%
Lámpara de vapor de mercurio 400 W (total instalado 428 W incluyendo equipos auxiliares)	BY121P (210 W)	51%

Fuente: Philips.

4.9. Baterías de condensadores

Muchos equipos, como motores o lámparas de descarga, necesitan un campo electromagnético para funcionar y como no todos los motores trabajan a carga nominal, se produce un consumo de energía reactiva que se debe pagar en la factura eléctrica. La energía reactiva generada y consumida se puede evitar utilizando baterías de condensadores.

Hay disponibilidad de baterías de condensadores para diferentes potencias, desde 7,5 kVAr hasta 1.120 kVAr, que se instalan al lado del transformador de las instalaciones. La compensación del factor de potencia se realiza para todos los aparatos de la instalación. Esta medida supone un ahorro económico más que energético, aunque esta medida también tiene beneficios para la red eléctrica, debido al aumento de la capacidad de transmisión de energía que se obtiene de la red eléctrica.



Figura 13.
Batería de
condensadores.

4.10. Transformadores de alta eficiencia

Todas las instalaciones industriales tienen un transformador para convertir la electricidad de la red. Sin embargo en instalaciones viejas los transformadores son obsoletos, usan aceite y su eficiencia no es muy alta. Cuanto peor es el estado del transformador, mayor energía consume. Esta medida es recomendada sobre todo para aquellas industrias con mayor horas de uso al año, como las fábricas de pienso o las plantas de procesamiento de frutas y verduras. Este ahorro de energía se hace patente cuando el transformador se rompe ya que el retorno de la instalación es muy bueno.

Los transformadores de aislamiento seco pueden reducir las pérdidas en el equipo hasta en un 70% y su mantenimiento es más sencillo.

4.11. Herramientas de gestión

Existen diferentes soluciones para mejorar la eficiencia energética. Estas soluciones no son sólo técnicas sino también relacionadas con los métodos de gestión, como la gestión de calidad de los productos, gestión energética o gestión de la producción.

Los factores que afectan a la calidad del producto como las condiciones de temperatura, flujos de vapor, tiempo de se-

cado, dureza y duración del granulado o la distribución del tamaño están muy relacionados con el consumo energético. Un mejor conocimiento de las necesidades de los clientes también podría ayudar a mejorar la eficiencia energética sin perder de vista sus requisitos y necesidades.

Una solución para la gestión es la implementación de un sistema activo para la gestión de energía (ISO 50.001, requisitos estándar). Este sector podría hacer un esfuerzo para recoger, analizar y reportar información sobre eficiencia energética para así poder identificar pérdidas de energía.

Otra solución es la programación de la producción. Gracias a diagramas de tiempo es posible optimizar el tiempo de producción. De hecho si se minimiza el tiempo de funcionamiento de los equipos sin carga, la eficiencia de cada proceso se mejora. También si se optimiza el rendimiento de la planta de pienso, se ahorra energía y de esa manera se puede alcanzar una producción mayor.

El mantenimiento de la planta y los equipos es esencial.

Es importante seguir un esquema de mantenimiento y registrar todas las inspecciones y actividades de mantenimiento.

Por ejemplo el mantenimiento es importante especialmente para asegurar:

- *Que los purgadores funcionan correctamente,*
- *Que el aislamiento se instala y se mantiene,*
- *Que las fugas son detectadas y reparadas, etc.*



Figura 14. Panel de control.

5. CONCLUSIONES

Cada país tiene un proceso de producción característico. Las medidas para el ahorro energético deberían ser por tanto específicas de cada país basándose en las condiciones como el precio y la regulación de la energía. Más allá, en un país concreto, cada fábrica de pienso debería ser considerada como un caso único ya que las soluciones para eficiencia energética propuestas para una planta podrían no ser adecuadas para otra planta diferente.

Una fábrica de piensos puede implementar las técnicas descritas, en los documentos de referencia Best Available Techniques, (BREFs) para mejorar su eficiencia energética. En la actualidad existen más de 30 BREFs, incluyendo uno específico sobre eficiencia energética. Este documento indica diferentes métodos que pueden ser aplicados en el sector de producción de piensos. Estas técnicas también pueden ser herramientas de gestión (gestión energética). Pero antes de implementar estas mejoras es preciso conocer las prácticas y tener una cantidad suficiente de datos para poder así evaluar de la manera más precisa las diferentes oportunidades de ahorro de energía y su impacto en la gestión de la eficiencia energética de una fábrica de piensos. La eficiencia energética

precisa también de un proceso bien dimensionado (potencia de motores, diseño del sistema de aire, etc.).

Por último, es preciso optimizar el consumo energético para reducir los costes de energía. Con el conocimiento de los parámetros más importantes para el balance energético, es posible reducir puntos críticos y usar las técnicas adecuadas. Las técnicas según el tipo de energía usado (eléctrica o térmica), pueden ser iguales (automatización, buen dimensionado, etc.), o diferentes (como el aislamiento en procesos térmicos) Finalmente un mantenimiento correcto y periódico de los equipos es una buena manera de ahorrar energía.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Tecaliman, Centre technique de l'alimentation animale, <http://www.tecaliman.com/>
- SNIA, Syndicat national des industries agroalimentaires, <http://www.nutritionanimale.org/>
- Coopdefrance, <http://www.coopdefrance.coop/fr/index.html>
- Fefac, European Feed Manufacturers' Federation, <http://www.fefac.eu/>
- CESFAC, 2011 (INE 2014 ,con datos de 2011).
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2011). Estadísticas Agrícolas.
- Istat, Italian National Institute of Statistics, <http://www.istat.it/en/>
- DGAV. 2013. Lista dos Industriais do Setor dos Alimentos para Animais Registados/AprovadosaoAbrigo do REG.(CE) Nº183/2005. Direcção Geral de Alimentação e Veterinária. Available at <http://www.dgv.min-agricultura.pt>
- IACA. 2012. Anuário 2012. Associação Portuguesa dos Industriais de Alimentos Compostos para Animais. 145 pp. Available at <http://www.iaca.pt/>
- BREF 2009. Energy Efficiency, EUROPEAN COMMISSION, 430pp .2009.



Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry



www.teslaproject.org
tesla@agro-alimentarias.coop



Cofinanciado por el programa
Intelligent Energy Europe de la Unión Europea