

## **Implementación de un sistema de gestión energética y ambiental en la fábrica de alimentos balanceados “Chichí Padrón” de Villa Clara.**

### **Implementation of a system of energy and environmental administration in the factory of balanced foods "Chichí Padron" of Villa Clara.**

Osvaldo Machado-Ruiz<sup>1</sup>, Bárbaro Fidel Medina-Álvarez<sup>1</sup>, Lizet Rodríguez-Machín<sup>1</sup>  
Raúl Pérez-Bermudez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales (CEETA), Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Central de las Villas, Santa Clara, 54830, Cuba; [bfmedina@uclv.edu.cu](mailto:bfmedina@uclv.edu.cu)

#### **Resumen**

La preparación de alimentos balanceados constituye una de las más importantes actividades dentro del proceso de alimentación de los animales de granja. La investigación que se presenta se desarrolla en la fábrica de alimentos balanceados “Chichí Padrón” de Santa Clara, con más de 40 años de explotación lo cual ha ocasionado deterioro en los sistemas de molienda de materia prima y colección de productos terminados. El presente trabajo se basa en una propuesta de cambio tecnológico en los molinos y sistema de extracción de la sala de molienda para aumentar la eficiencia energética así como la reincorporación de la materia prima que se vierte al exterior, en forma de polvo, durante este proceso con el fin de disminuir los costos de producción y el impacto negativo al medio ambiente. Los resultados alcanzados, con la propuesta de inversión, son positivos, debido a que existe un ahorro significativo de energía eléctrica y materia prima.

Palabras claves: alimentos balanceados, eficiencia energética, colectores de polvo, producciones más limpias.

#### **Abstract**

This investigation was performed in the industrial plant of well-balanced food “Chichí Padrón” in Santa Clara and was based on an offer of technological modification in the mills and the extraction system of the grinding room to increase the energetic efficiency, the same as the re-incorporation of the raw material that is poured outside in the form of powder during the process, to diminish the costs of production and the negative impact in the environment by the use of the tools of the “Efficient Management of Energy” system and cleaner productions.

## Introducción

Los análisis realizados en numerosas empresas ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir consumos y costos energéticos mediante la creación, en las mismas, de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía.(1)

La aplicación en las empresas de sistemas de gerencia de energía como el propuesto por Borroto (3), posibilitan el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y la disminución del impacto ambiental asociado al uso de la energía.

Otra alternativa que se puede emplear para incrementar la eficiencia energética y accionar sobre el impacto negativo de las producciones sobre el medio ambiente es aplicar las herramientas de las Producciones Más Limpias, que consiste en la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos y a los servicios, para incrementar la eficiencia global y reducir riesgos para los humanos y el ambiente, la Producción Más Limpia puede ser aplicada a los procesos que se realizan en cualquier industria, a los productos y a los diferentes servicios que se prestan a la sociedad. [5]

En la fábrica de alimentos balanceados “Chichí Padrón” de Santa Clara se producen diferentes tipos de piensos, para varias especies de animales, que exigen de un alto consumo de energía eléctrica y generan un importante foco de contaminación por los desechos sólidos que se vierten al exterior, en forma de polvo, como consecuencia de la baja eficiencia del sistema de ciclones que están instalados en la fábrica, se presentan problemas similares en el sistema de esclusa, el cual tiene la responsabilidad de cerrar herméticamente la tubería de aspiración. El presente trabajo tiene como objetivo general aumentar la eficiencia energética y reducir la afectación al medio ambiente en el proceso de producción de alimentos balanceados en la fábrica “Chichí Padrón” de Santa Clara.

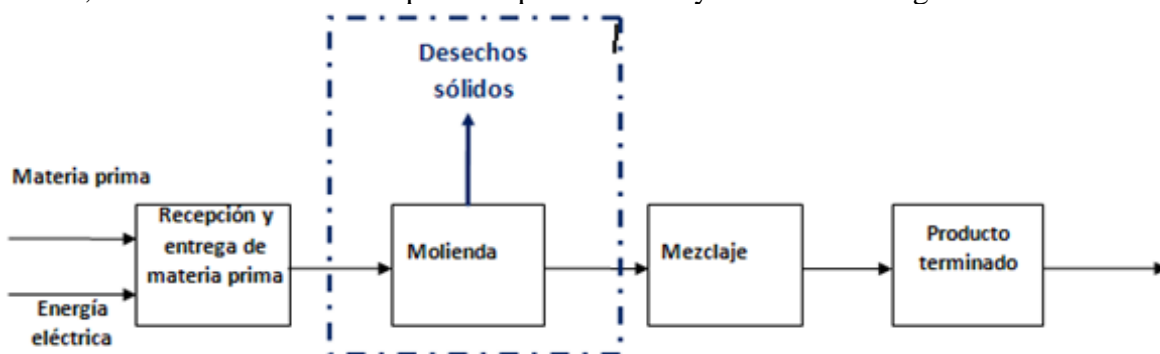
## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se emplearon dos métodos no excluyentes uno del otro. El primero fue el sistema de “Gestión Total Eficiente de la Energía”, el cual consiste en una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, que aplicadas de forma continua, con la filosofía y procedimientos de la gestión total de la calidad, permiten identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa. [6].

El otro método de análisis empleado fue el de Producción Más Limpia el cual cuenta con sus propias herramientas para el análisis ambiental, enfocado en no solo en resolver el problema de los residuos, sino que desde el comienzo de la producción se tengan en cuenta fenómenos tales como, el posible agotamiento de los recursos no renovables, el impacto de los CFC en la capa de ozono, el impacto de los procesos de combustión en la atmósfera y como resultante el efecto invernadero.

Breve caracterización del objeto de estudio.

La fábrica de alimentos balanceados “Chichí Padrón” de Santa Clara, produce para la alimentación de diferentes especies como son: la avícola, la porcina, el ganado mayor, el ganado menor, la cunícula y los alevines. El proceso es un alto consumidor de energía. En la figura 1 se presenta el esquema productivo de la fábrica, el área marcada señala la parte del proceso de mayor consumo energético.



**Figura 1.** Flujo productivo de la fábrica.

## Desarrollo

Aplicación del sistema de gestión eficiente de energía en un periodo de 3 años.

Los portadores energéticos que se utilizan en el centro son los siguientes: Energía eléctrica, combustible diesel, gasolina, aceites y lubricantes, grasas y leña. La energía eléctrica se utiliza en la producción del alimento balanceado, talleres, área administrativa y otros, el diesel se utiliza en la transportación de las materias primas como calcio, fosfato, premezclas, vitaminas, minerales, medicamentos, aceite y en el apoyo de las actividades de aseguramientos a la producción.

Los aceites, grasas y lubricantes se usan tanto en la industria como en el transporte automotor, la leña en el comedor para la elaboración de los alimentos y la gasolina en los autos ligeros.

Se realizó una caracterización de la estructura de consumo energético empleando los gráficos de Pareto para determinar el comportamiento de los diferentes portadores entre los años 2008-2010. En la figura 2 se muestra la estructura de consumo de los portadores energéticos año 2010 para determinar los portadores de mayor influencia en la eficiencia energética de la empresa.

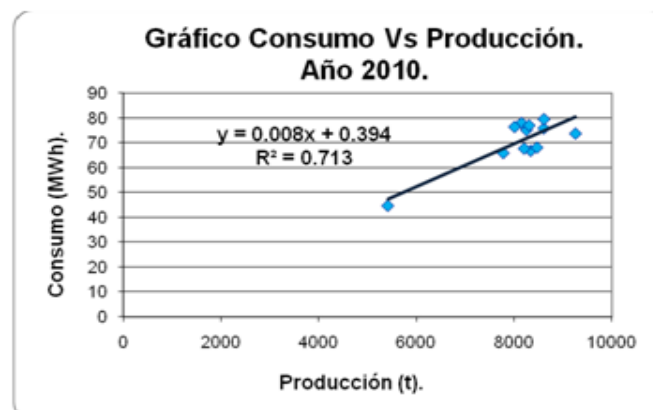


**Figura 2.** Estructura de consumo de los portadores energéticos año 2010

Por ser el portador energía eléctrica el que representa el 68 % la empresa se realiza una estratificación de consumos de energía eléctrica en las diferentes áreas de la fábrica donde se concluye que más del 60 % de la misma se consume en el área de producción, en particular en las áreas de molienda y mezcla del producto donde se consumen aproximadamente 160 TCC por año. La estratificación de los consumos eléctricos por áreas y hasta los diferentes equipos de la fábrica se reportan por el autor en (12)

Otros datos obtenidos muestran que en los años de estudio no se presentaron anomalías significativas entre la relación consumo de energía eléctrica y la producción, siendo la media de consumo mensual en el año 2010 de 71 MWh.

A partir del gráfico de consumo vs. Producción, ver figura 3, se determina la energía no asociada a la producción, siendo su valor de 0,39 MWh mensual, lo cual constituye el 0,54 % de la media mensual (71MWh) de la entidad. Esto es un indicador importante que brinda información sobre el alto aprovechamiento de la energía que se consume en la fábrica durante el proceso productivo.



**Figura 3.** Gráfico de consumo de electricidad vs. Producción, año 2010

- Método análisis de Producción Más Limpia

La fábrica de alimentos balanceados puede lograr mejoras energéticas y disminuir los costos de producción, así como las emisiones que contribuyen al efecto invernadero con cambios tecnológicos en el área de molienda con un eficiente sistema de extracción.

En el caso de análisis, el balance de energía y masa (materia prima), se realiza en el área de molienda donde se determina la cantidad de materia prima que se vierte al exterior sin aprovecharse como pienso y la energía que se pierde en este proceso.

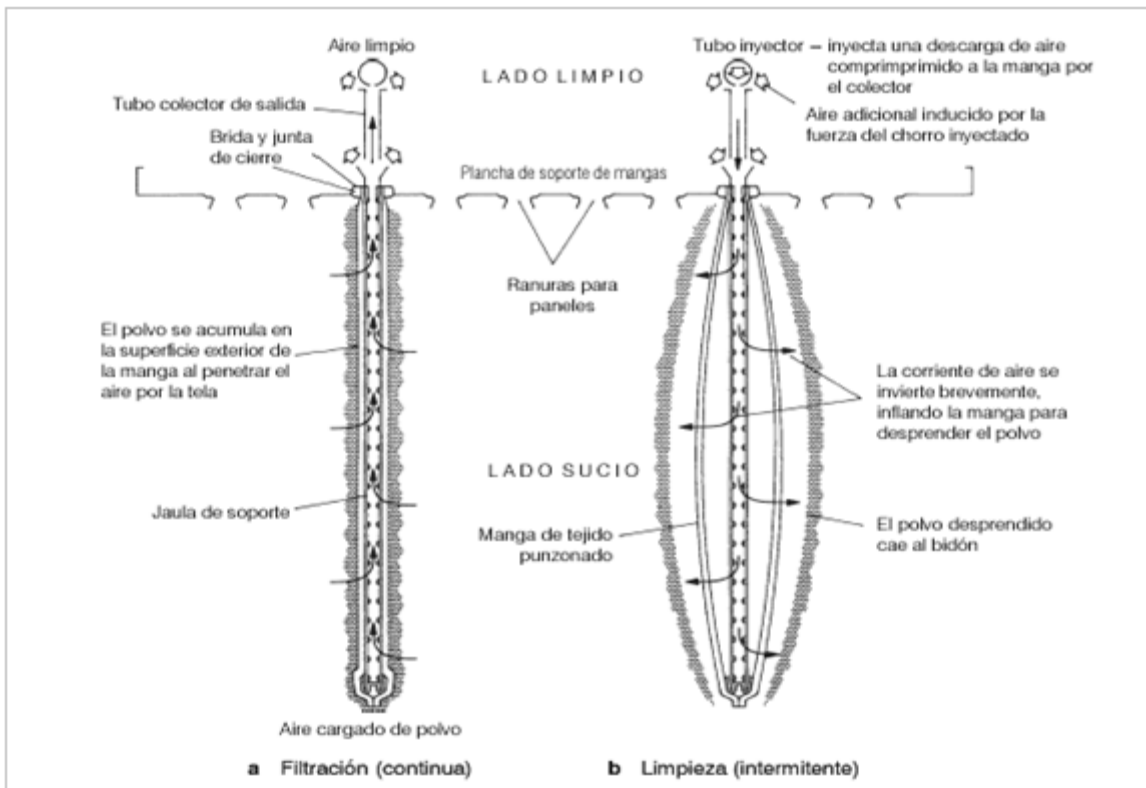
En el balance de energía del área de molienda de la fábrica de alimentos balanceados “Chichí Padrón” existe un sobreconsumo de 5,38 MWh en el año 2010, debido a que se consume energía en moler una cantidad de materia prima que no se incorpora al proceso productivo después de molida y se expulsa al exterior y deja de convertirse en pienso, aumentando los costos de producción.

- Propuesta de cambios tecnológicos.

Como resultado de la aplicación de las herramientas de las Producciones Más Limpias y con el objetivo de aminorar todos los efectos negativos de la tecnología actual, se analiza la factibilidad de instalar una nueva tecnología de molienda y extracción del producto final que posee los siguientes elementos: el colector de polvo modular DALAMATIC, de fabricación alemana, consiste en un filtro de polvo con limpieza por chorro de aire a contrapresión, diseñado para limpiar grandes cantidades de aire cargado de polvo, que puede funcionar continuamente durante períodos prolongados en virtud del sistema de limpieza empleado. Estos sistemas se utilizan para reincorporar al proceso productivo las partículas de polvo de 0,5 micras o mayores y asegura que el 98 % de ellas queden en las mangas del colector pasando al flujo productivo de nuevo.

-Principio de funcionamiento.

El aire cargado de polvo entra en la cámara que contiene los paneles filtrantes y atraviesa el tejido de las mangas, quedando retenido el polvo por el exterior de la tela cómo se puede observar en la figura 4, el aire limpio sale por la boca de salida de cada panel y desde allí se descarga, a la atmósfera, a través del ventilador.



**Figura 4.** Principio de funcionamiento del colector de polvo modular DALAMATIC Serie DLM-15.

- Análisis económico

El análisis económico presenta los siguientes resultados:

Ahorros parciales:

Ahorro en USD por energía eléctrica al año: 22 511 USD/año

Costo total de materias primas durante el año 2010 que se dejan de convertir en piensos y se expulsan al medio ambiente: 167 644 USD/año

Gastos:

Costo total de equipamiento: 184 500 USD

Para determinar la factibilidad de la aplicación se realiza el análisis de viabilidad financiera empleando un programa estadístico y la metodología de “Análisis, Costo y Beneficio” para el cálculo económico.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de viabilidad.

**Tabla 1.** Viabilidad financiera.

VAN (13%) MP	476 735 USD	El proyecto es factible económicamente
TIR	92%	
Periodo de recuperación (Años)	1,96	

Se considera factible económicamente, al obtener un VAN (Valor Actual Neto) positivo, una TIR (Tasa Interna de Retorno) mayor que el interés financiero estimado (13 %) y un periodo de recuperación corto (1,96 años), teniendo en cuenta la larga vida útil de estos sistemas, lo que concuerda con estudios de factibilidad económica realizados en Cuba, para la instalación de los mismos.

Además se realiza un análisis de sensibilidad aumentando las inversiones en un 20% y un 50% así como disminuyendo los ingresos en un 20% y un 50%, se obtienen los resultados que se muestran en las tablas 2 y 3.

**Tabla 2.** Viabilidad financiera. Aumentando las inversiones en un 20%.

VAN (13%) MP	440 825 USD	El proyecto es factible económicamente
TIR	71%	
Periodo de recuperación (años)	2,15	

**Tabla 3.** Viabilidad financiera. Disminuyendo los ingreso en un 20%.

VAN (13%) MP	505 929 USD	El proyecto es factible económicamente
TIR	51%	
Periodo de recuperación (años)	2,41	

-Análisis medio ambiental.

En la actualidad se emiten a la atmósfera un total de 456 t/año de polvo producto de la materia prima molida, la cifra alcanza, como promedio, 38 t/mes. Con la propuesta de cambio tecnológico en el sistema colector de polvo se aminoraría en un 98 % estas emisiones, evitando así la contaminación de la atmósfera y los suelos, protegiendo la salud de los trabajadores y de la población aledaña.

La energía eléctrica que se ahorra por concepto de cambio de tecnología asciende a 187 600 kWh. Suponiendo que toda la energía eléctrica que se consume en la empresa se genera en una termoeléctrica con un consumo específico de combustible promedio (fuel oil) de 300 g/kWh, se calcula la cantidad de combustible que se deja de consumir por concepto de ahorro, 56 280 kg, es decir 56,3 t/año de ahorro

2

## **Conclusiones**

1. De los portadores energéticos que se consumen en la empresa de producción de alimentos balanceados “Chichí Padrón” de Santa Clara, la energía eléctrica es el de mayor consumo con un 68%.
2. El área de producción es la mayor consumidora del portador energía eléctrica y dentro de ella el área de molienda con un 69%.
3. El área de mayor impacto ambiental en la fábrica es la de molienda por la cantidad de residuos en forma de polvo que vierte al medio ambiente, sumando un total de 456 t/año, lo que representa como promedio 38 t/mes.
4. Se propone un cambio tecnológico en el área de molienda, al sistema de extracción y los molinos, que significan un ahorro de energía equivalente a 22 511 USD al año. El proyecto de cambio tecnológico propuesto para la sala de molienda presenta factibilidad técnica y económica, por lo que es viable su aplicación.

## **Bibliografía**

1. Álvaro H. R Ingeniero Mecánico, “Gestión total eficiente de la energía: Herramienta fundamental en el mejoramiento de la productividad de las empresas” scientia et technica n° 21 julio / 2003 / 114.
2. Anuario Estadístico de Cuba: Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba. 2009.
3. Borroto Nordelo A. y otros, Gestión Energética Empresarial. CEEMA, Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba. 2002. ISBN 959-257-040-X.
4. Borroto Nordelo, A.E., colectivo de autores, Gestión energética empresarial. 2002: Editorial Universidad de Cienfuegos.
5. Borroto Nordelo, A.E., colectivo de autores, Gestión energética en el sector productivo y de los servicios. 2006: Editorial Universidad de Cienfuegos.
6. Campos Avella, J. C., Tecnología para la Gestión Energética Empresarial. Universidad del Atlántico. Memorias I Congreso Internacional sobre Uso Racional y Eficiente de la Energía. CIUREE. Cali, Colombia. 2004. ISBN 958-33-7132-7.
7. Colectivo de autores, Gestión Energética Empresarial. CEEMA, Universidad de Cienfuegos, 2002. 21-22.
8. CONAE. Diagnósticos Energéticos. México. 1995.
9. Consejo Mundial de la energía en colaboración con ADEME, Eficiencia Energética: Estudio Mundial, Indicadores, Políticas, Evaluación. Argentina, 2004.
10. Cuevas M., F., Diagnóstico del sector energético centroamericano. Unidad de Energía y Recursos Naturales. CEPAL. 2006.
11. Cumbre sobre energía y cambio climático, 12 de Marzo Bruselas, AFP <http://www.lahora.com.gt/notas.php?key=27408&fch=2008-03-12>
12. Machado Osvaldo. Tesis de para optar por el grado de Master en Eficiencia energética UCLV. 2012