

# ESTUDIO PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA NO CONVENCIONALES EN CRIADEROS AVIARES

Carlos G. Pacheco, Gerardo Bustos, Adrián D'Andrea

Universidad Tecnológica Nacional, Grupo de Estudios Sobre Energía,  
Tel.: 0342 4697858 / Fax: 0342 4690348 - Lavaise 610, CP.: S3004EWB, Santa Fe, Argentina.  
[gesef@frsf.utn.edu.ar](mailto:gesef@frsf.utn.edu.ar)

**RESUMEN:** Las políticas que promueven el uso de energías limpias y renovables para disminuir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y el aumento progresivo de los costos de electricidad en los últimos años y ha propiciado la aplicación de fuentes de energías no convencionales para los más variados consumos, tanto para el uso domiciliario como para el industrial.

A partir de esto, el Grupo de Estudio de Energía de la Facultad Regional Santa Fe identificó la posibilidad de evaluar los costos de instalación de sistemas de generación no convencionales en galpones de cría aviar, enfocando el estudio en la provisión de energía eléctrica para el sistema de iluminación.

La utilización de estos sistemas de generación implica lograr que los consumos sean lo más eficientes posible, así es que se incluye en el análisis la actualización de los artefactos de iluminación existentes.

Finalmente, el trabajo compara los costos de los sistemas generadores propuestos y la estimación del plazo de retorno de la inversión.

**PALABRAS CLAVES:** Fuentes de energía no convencionales, eficiencia, ahorro.

## OBJETIVO

Avanzar en el uso de sistemas de energía no convencionales de energía eléctrica en los sistemas de iluminación de criaderos avícolas analizando la instalación de equipamiento fotovoltaico y/o eólico.

## ANTECEDENTES

Las políticas que promueven el uso de energías limpias y renovables y el aumento del precio de la energía eléctrica en los últimos años propició la utilización de equipos generadores de energía no convencionales y dado que se espera que estos precios sigan aumentando en los próximos años, todo estudio o análisis que se pueda hacer para evaluar ahorros, permitirá que nuevas tecnología sean implementadas con mayor rapidez.

Dado que las instalaciones avícolas funcionan día y noche, el tipo lámpara y artefacto que se utilice tiene un impacto importante sobre el uso de la energía eléctrica y por lo tanto en el dimensionamiento del sistema de generación de energía eléctrica.

Debe destacarse que en la cría aviar, la luz tiene un rol importante en la regulación de la liberación de hormonas, las cuales afectan la tasa de crecimiento como así también en el comportamiento de las aves. Según las experiencias y trabajos realizados, hoy día las lámparas fluorescentes se han convertido en las opciones más comunes en los establecimientos de cría avícola, dado que consumen mucho menos energía que las lámparas incandescentes y tienen una mayor vida útil.

## MEMORIA DESCRIPTIVA DEL GALPÓN DE CRÍA AVIAR

El establecimiento avícola considerado para este trabajo se encuentra ubicado a 50 km de la ciudad de Paraná en Entre Ríos. En galpón de cría tiene 150 m de largo, 15 m de ancho y el cielorraso está ubicado a una altura de 2 m. Las paredes están realizadas con alambrado y cortinas móviles. El ciclo de cría es de 21 días para un promedio de 18000 pollos tipo parrillero. Existen actualmente para la iluminación 24 lámparas del tipo incandescentes de 75W de potencia cada una, sin sistema de difusor, distribuidas en dos filas en el sentido longitudinal del galpón y distanciadas 12m entre ellas, logrando según las mediciones realizadas 15lux<sup>1</sup> de iluminación promedio. El fotoperiodo utilizado es de 23 horas de iluminación continua, de las cuales 11 se realizan mediante luz natural y 12 mediante luz artificial, y solo una hora de oscuridad. El control de luces se realiza por medio de un relé horario que enciende a las 19:00 y apaga a las 8:00 .

Considerando una potencia instalada de 1800W durante 12 horas diarias, se tiene un consumo de 22 kWh por día y de 660 kWh mensuales.

## ANÁLISIS DE LA SUSTITUSIÓN DE LÁMPARAS

Las lámparas incandescentes son solo el 5% eficiente en la conversión de energía en luz, el resto se pierde en calor. Las lámparas de este tipo además atraen moscas y otros insectos, y rápidamente se cubren de suciedad que con el paso del tiempo reduce la cantidad de luz emitida. Las lámparas incandescentes además tienen una vida útil relativamente corta comparada con otros tipos de lámparas. Por ejemplo, una lámpara de 75W de 1000 horas de vida útil (lámpara del tipo estándar) se espera que dure 83 días a 12 horas por día.

Según las recomendaciones a nivel mundial, de acuerdo a los estudios realizados en cría de aves, la iluminación fluorescente debe ser la opción principal como fuente de iluminación en un criadero nuevo o reacondicionado.

Algunas razones para cambiar las lámparas incandescentes por las fluorescentes se detallan a continuación.

- Las lámparas fluorescentes compactas (LFC) consumen un 75% menos de electricidad que las incandescentes, duran hasta 15 veces más y reducen los costos de mantenimiento ya que son reemplazadas con menos frecuencia.

<sup>1</sup> La unidad de iluminación utilizada es el lux, que lo podríamos definir como la cantidad de luz (luminosidad) que recibe una superficie de 1 m<sup>2</sup>, iluminada perpendicularmente, y situada a la distancia de 1 m de una fuente luminosa con una potencia de 1 candela.

- Las LFC pueden sustituir directamente a las incandescentes tradicionales al estar equipadas con balastos y casquillo de rosca tipo Edison.
- El retorno de la inversión instalando LFC es del orden de los 4 meses o menos.

Por lo tanto el reemplazo de las lámparas incandescentes por las LFC de 20W (equivalente a 75W de las incandescentes), implica una potencia instalada de aproximadamente 500W durante 12 horas diarias, obteniéndose un consumo de energía de 6kWh por día y de 180kWh por mes. De esta forma se obtiene un ahorro de 480 kWh por mes.

Además del ahorro por disminución del consumo de electricidad, la instalación de las LFC conjuntamente con un artefacto de iluminación con sistema difusor, permite mejorar la distribución de iluminación y disminuir los costos de mantenimiento, haciendo aún más eficiente el sistema.

#### ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL A IMPLEMENTAR

El cambio de lámparas incandescentes por las LFC, genera la disminución de la potencia instalada, pasando de 1800W a 500W, lo que permite plantear a partir de este valor y la cantidad de horas de funcionamiento (fotoperíodo), opciones de fuentes de energía para el abastecimiento exclusivo del sistema de iluminación. Las mismas se describen a continuación.

Opción N° 1: Sistema fotovoltaico

Opción N° 2: Sistema fotovoltaico incorporando generador eólico

Opción N° 3: Sistema generador eólico

#### OPCIÓN N° 1: SISTEMA FOTOVOLTAICO

Este sistema se plantea considerando que la totalidad de la potencia a proveer se realizará por medio de paneles solares.

Para el cálculo de los elementos que componen el sistema, se tiene en cuenta la cantidad de horas por día que permiten una captación de radiación solar de 1kW/m<sup>2</sup>, la cual para esta zona del país es de 4 horas por día (Quadri, 2005).

Se definen las siguientes características para el sistema:

- Tensión del sistema de corriente continua: 24Vcc
- Días de autonomía: 2 días
- Batería: 200Ah, 12V
- Modulo fotovoltaico: 80W; 12V tensión nominal; 4,60A corriente nominal
- Inclinación del panel: apuntando hacia el norte con una inclinación de 30° (latitud×0,90) para todo el año
- Regulador: 24V, 40A corriente máxima.
- Inversor: 24Vcc/220Vca; eficiencia 90%

El cálculo se realiza dividiendo el consumo en dos partes iguales (3000Wh cada uno).

Cálculo de la cantidad de baterías						
Energía consumida por día [Wh/día]	÷	Eficiencia del inversor	÷	Tensión del sistema corriente continua [Vcc]	=	Ampere-Hora diario [Ah/día]
3000	÷	0,90	÷	24	=	138,89
Ampere-Hora diario [Ah/día]	×	Autonomía [días]	÷	Capacidad de la batería [Ah]	=	Cantidad de baterías en paralelo [u.]
138,89	×	2	÷	200	=	2
Tensión del sistema corriente continua [Vcc]	÷	Tensión de la batería [Vcc]	=	Capacidad de la baterías en serie [u.]		Cantidad total de baterías [u.]
24	÷	12	=	2		4

Cálculo de la cantidad de paneles						
Ampere-Hora diario [Ah/día]	÷	Eficiencia de las baterías	÷	Horas de captación diario [horas/día]	=	Corriente del sistema [A]
138,89	÷	0,80	÷	4	=	43,40
Corriente del sistema [A]	÷	Corriente máxima por panel [A]	=	Cantidad de paneles en paralelo [u.]		
43,40	÷	4,60	=	10		
Tensión del sistema corriente continua [Vcc]	÷	Tensión nominal de los paneles [Vcc]	=	Cantidad de paneles en serie [u.]		Cantidad total de paneles [u.]
24	÷	12	=	2		20

A continuación, se describen en la tabla 1, las partes que constituyen el sistema propuesto y el precio de las mismas.

Equipo	Cantidad	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
Panel fotovoltaico	40	2500	100000
Regulador de tensión	2	1000	2000
Inversor	2	2200	4400
Batería	8	1300	10400
			<b>\$116800</b>

Tabla 1 - Costos en € del sistema fotovoltaico.

### OPCIÓN N° 2: SISTEMA FOTOVOLTAICO INCORPORANDO GENERADOR EÓLICO

Se deberá tener en cuenta, que para un mejor rendimiento del generador eólico se verificará que en las cercanías del lugar de instalación, no existan obstáculos que impidan la circulación normal del aire.

Según el mapa eólico del sistema de información geográfico de la República Argentina, para la zona de Entre Ríos la velocidad media del viento es de 6,00 a 7,00 m/s. Para un generador de 1 kW, la información provista por el fabricante es la siguiente:

Potencia nominal: 1 kW  
 Potencia máxima: 1,3 kW  
 Diámetro del rotor: 2,7 m  
 Cantidad de aspas: 3 piezas  
 Velocidad de arranque: 2,5 m/s  
 Velocidad nominal: 9 m/s  
 Tipo de generador: PMG (imanes permanentes)  
 Altura de montaje: 6 m  
 El generador se provee con regulador de tensión

Para el cálculo de la potencia que se puede obtener con este generador, se emplea la siguiente ecuación:

$$P = 0,50 \times \rho \times A \times C_p \times V^3 \times \eta_g$$

donde

$\rho$ = es la densidad del aire (1,225 [kg/m<sup>3</sup>] a nivel del mar)

A= Área de contacto del rotor con el aire [m<sup>2</sup>]

$C_p$ : Coeficiente de performance (se considera 0,35 para un buen diseño)

V: Velocidad del viento (se considera 6,5[m/s<sup>2</sup>], según las velocidades para esta zona, antes mencionadas.

$\eta_g$ : Eficiencia del generador (85% según datos del fabricante)

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se obtienen 286W de potencia para este generador. Suponiendo que durante 12 horas el día los valores de velocidades del viento son cercanos al utilizado en el cálculo, se obtienen 3432Wh por día.

De esta manera, de acuerdo a la energía calculada que puede proveer el generador eólico, se plantea utilizar de forma conjunta uno de los sistemas fotovoltaicos de la opción N°1.

A continuación, se describe en la tabla 2 las partes que constituyen el sistema y el precio de las mismas.

Equipo	Cantidad	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
Generador eólico 1 kW	1	14200	14200
Panel fotovoltaico	20	2500	50000
Regulador de tensión	1	1000	1000
Inversor	2	2200	4400
Batería	8	1300	10400
			<b>\$80000</b>

Tabla 2 - Costos en € del sistema fotovoltaico y eólico.

### OPCIÓN N° 3: SISTEMA GENERADOR EÓLICO

Para este caso se instalaría un generador eólico de 3 kW únicamente, para el abastecimiento de energía eléctrica al sistema de iluminación.

Los datos del equipo provistos por el fabricante son los siguientes:

Potencia nominal: 3 kW

Potencia máxima: 4 kW

Diámetro del rotor: 4 m

Cantidad de aspas: 3 piezas

Velocidad de arranque: 2,5 m/s

Velocidad nominal: 10 m/s

Tipo de generador: PMG (imanes permanentes)

Altura de montaje: 9 m

El generador se provee con regulador de tensión

Utilizando la ecuación de la opción anterior, se obtienen 629W y por lo tanto 7548Wh por día. Este valor de energía alcanza para abastecer la demanda total del sistema de iluminación.

Equipo	Cantidad	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
Generador eólico 3 kW	1	55000	55000
Baterías	8	1300	10400
			<b>\$65400</b>

Tabla 3 - Costos en € del sistema eólico.

### CONCLUSIÓN FINAL

La implementación de paneles fotovoltaicos para abastecer de energía a estos sistemas de iluminación (opción N°1 y N°2), tienen costos de implementación mayores a los que utilizan generadores eólicos únicamente (opción N°3). Esto se debe principalmente a la cantidad de horas de radiación solar óptimas (4 horas/día), determinan que se deban instalar gran cantidad de paneles para satisfacer los 6000Wh por día, a diferencia de los equipos eólicos, los cuales tienen la capacidad de generar aún con bajos valores de velocidad de viento, siendo este tipo de instalación la que tiene mayores posibilidades para su realización.

El ahorro total de 660 kWh por mes (consumo actual utilizando lámparas incandescentes), se estima en casi \$200 por mes, siendo el precio promedio 0,30\$ por kWh<sup>2</sup>.

Para el generador de 3 kW, este monto de ahorro calculado implica un retorno de la inversión en aproximadamente 15 años, considerando un aumento en los costos de la energía del 3% anual.

Se debe tener en cuenta que la utilización de estos sistemas de generación, tanto los fotovoltaicos como los eólicos, aseguran una vida útil no menor a 25 años, los cuales además se caracterizan por tener costos anuales de mantenimiento muy bajos, siendo estos una alternativa de energía limpia sin emisiones de gases contaminantes al medio ambiente.

### REFERENCIAS

American Wind Energy Association. [www.awea.org](http://www.awea.org)

Quadri N. (2005) Energía Solar. Cuarta edición. Librería y Editorial Alsina.

Solar Energy International (2004). Photovoltaics- Design and Installation Manual. New Society International

**ABSTRACT:** Policies that promote the use of clean and renewable energy to reduce emissions of polluting gases into the atmosphere and the gradual increase in electricity costs in recent years and has facilitated the implementation of non-conventional energy sources for all sorts of consumption both for home use to the industrialist.

From this, the Energy Study Group of Santa Fe Regional Faculty identified the opportunity to assess the installation costs of non-conventional generation systems in avian breeding sheds, focusing the study on the provision of electricity to the system lighting.

The use of these generation systems involves making consumption as efficient as possible, so the analysis is included in the upgrade of existing lighting fixtures.

Finally, the paper compares the costs of generating systems proposed and the estimated period of return on investment.

**Keywords:** Non-conventional energy sources, efficiency, savings .

<sup>2</sup> Precio para una tarifa rural con consumos bimestrales mayores a 4000 kWh (abril-2009), Empresa ENERSA, Entre Ríos.