

# Calefacción de instalaciones con calderas de biomasa (I)

**En el presente trabajo se pretende explicar la metodología para calcular de manera concreta las necesidades de calefacción de las instalaciones ganaderas y su satisfacción mediante la utilización de calderas de combustión de biomasa siguiendo, al menos en el cálculo inicial, un ejemplo de aplicación, que puede ser fácilmente extrapolable a cualquier supuesto distinto al planteado.**

**En la próxima entrega, se describen los distintos tipos de caldera de biomasa y los criterios de elección.**

**R. Blanco-Orús  
y F. J. García-Ramos**

Doctores Ingenieros Agrónomos  
Escuela Politécnica Superior de  
Huesca

Las necesidades caloríficas de un local ganadero vienen determinadas por la especie animal de la que se trate y, en general también, por la etapa productiva de la misma. Así, en explotaciones ganaderas extensivas o semiextensivas, no suele resultar preciso disponer de sistemas de calefacción; se trata de especies o razas muy adaptadas al medio, siendo incluso frecuente que en estos alojamientos permanezcan fachadas abiertas o parcialmente sin cerrar (Foto 1), con generosas aberturas hacia parques descubiertos, por lo que se debe garantizar una adecuada orientación del edificio.

Sin embargo en explotaciones intensivas, hay etapas productivas donde los animales demandan una adecuada climatización (ventilación y calefacción), como sucede en la mayor parte de instalaciones de ganado aviar, dentro del ganado porcino en los locales destinados a paritorios y destete-transición (Foto 2), e incluso en cebaderos intensivos de ganado ovino y porcino.

Por lo que respecta al tipo de combustible utilizado, la calefacción en los alojamientos ganaderos viene resolviéndose con elementos emisores de calor calentados por calderas de gasóleo, gas y, en menor medida, electricidad (no siempre es posible esta última opción, debido a emplazamientos alejados de líneas de distribución).

El fuerte incremento sufrido en el precio de los combustibles derivados del petróleo (en el momento de escribir el presente artículo el litro de gasóleo C se sitúa en torno a 1 euro), ha hecho despertar paulatinamente el interés de algunos ganaderos por la utilización de

calderas de combustión de biomasa (Foto 3) para solucionar las necesidades de calefacción de sus alojamientos, habiéndose demostrado que se trata de un combustible más económico que cualquier combustible fósil de los anteriormente expuestos, cuya utilización además aporta otros beneficios añadidos, como la no dependencia del comercio exterior de productos derivados del petróleo, el posible desarrollo local endógeno en algunas zonas unido a beneficios medioambientales y la posibilidad de utilización de subproductos de la industria agroalimentaria (Foto 4).

## Necesidades de calefacción en alojamientos ganaderos

La forma de proceder para el cálculo de las necesidades energéticas viene determinada por la ecuación del equilibrio térmico, en la que se igualan las pérdidas de energía del sistema ( $Q_V$  y  $Q_T$ ) con los aportes de energía que tienen entrada al mismo ( $Q_S$  y  $Q_C$ ). Es decir:

$$Q_S + Q_C = Q_V + Q_T$$

donde:

- $Q_S$  es el calor sensible producido por los propios animales existentes en la granja a calefactar, expresado generalmente en kcal/h/animal.
- $Q_C$  es el calor que hay que suministrar al local con la calefacción a instalar, expresado en kcal/h. Será la incógnita en el estudio.
- $Q_V$  es el calor necesario para calentar el aire exterior introducido en el recinto por la ventilación, expresado en kcal/h.
- $Q_T$  son las pérdidas de calor a través de los elementos constructivos del edificio (paredes, techos etc.).



Foto 1. Cebadero de terneros con paramentos de fachada abiertos.



Foto 2. Calefacción por suelo radiante en una granja de transición a cebo de porcino.

A su vez,  $Q_V$  se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V = C \cdot n \cdot 0,3 (T_i - T_e)$$

donde:

- C, es el caudal de aire a renovar en invierno en m<sup>3</sup>/h/cabeza
- n, el número de animales
- 0,3 se considera el calor específico del aire
- $T_i$  es la temperatura óptima para cada tipo de animal dentro de la granja y  $T_e$  es la exterior ambiental.

### Ejemplo de aplicación

Este ejemplo va servir de guía para el desarrollo del trabajo, el cálculo de las necesidades de calefacción en una sala de 32 paritorios de cerdas reproductoras, sabiendo que las dimensiones del local son 29 m de anchura, 6 m de largo y 4,5 m de altura media, lo que supone un volumen del habitáculo para el cálculo de 783 m<sup>3</sup>.

Se consideran también en el ejemplo unas condiciones climáticas exteriores de 2 °C de temperatura, con un 90% de humedad e interiores deseables de 25 °C y 70% de humedad relativa, lo que supone un salto térmico a conseguir de 23 °C. C, (caudal de aire a renovar en invierno), sería en este caso 30 m<sup>3</sup>/h/cabeza (Cuadro I).

Por lo tanto, el calor a aportar por la calefacción ( $Q_V$ ) para calentar el aire introducido por la ventilación será:

$$V = 30 \text{ m}^3/\text{h} \times 32 \text{ cerdas} \cdot 0,3 \cdot (25 \text{ °C} - 2 \text{ °C}) = 6.624 \text{ kcal/h.}$$

Con los datos que figuran en la tabla anterior, se puede realizar el cálculo para otras especies y/o fases productivas distintas a las planteadas en el ejemplo.

### Cuadro I. Necesidades mínimas (invierno) y máximas (verano) de ventilación de alojamientos ganaderos, según distintas especies.

	Ventilación mínima necesaria (m <sup>3</sup> /h/animal)	Ventilación máxima necesaria (m <sup>3</sup> /h/animal)	
<b>Porcino</b>			
Gestación	25	200	
Partos	30	300	
Post destete 20 kg	3	28	
Post destete 27 kg	3	35	
Cebo	8	80	
<b>Conejos</b>			
Coneja con gazapos	12	60	
Gazapos en cebo	2	10	
	Peso (g)	Ventilación mínima necesaria (m <sup>3</sup> /h/kg carne)	Ventilación máxima necesaria (m <sup>3</sup> /h/kg carne)
<b>Pollos</b>			
Pollo 7 días	160	0,50	2,00
Pollo 14 días	380	0,60	2,00
Pollo 21 días	700	0,70	3,00
Pollo 28 días	1.070	0,90	4,00
Pollo 35 días	1.500	1,00	5,00
Pollo 42 días	1.920	1,50	6,00
Pollo 49 días	2.350	1,50	6,00

Fuente: ITP Francia/ITAVI Francia/Cavenco.

Por lo que respecta al calor sensible ( $Q_S$ ) desprendido por los animales dentro del alojamiento, resulta que por cada cerda lactante se aportan 200 kcal/h (Cuadro II).

>>



Foto 3. Caldera de biomasa para combustión de leña.



Foto 4. Biomasa procedente de cáscaras de almendras.

**Cuadro II. Calor sensible producido por distintas especies animales.**

Especie animal	Calor sensible (kcal/h/cabeza)
Gallinas de puesta	9
Pollos de engorde	6
Gestación-cubrición cerdas	115
Cerdas lactantes	200
Lechones	45
Cerdos de cebo	97,5

Fuente: IDAE, 2005.

**Cuadro III. Coeficientes de transmisión superficial.**

Situación del elemento	$\alpha$	$1/\alpha$
<b>Superficies interiores</b>		
Paredes y tabiques	7	0,14
Ventanas	10	0,10
<b>Pavimentos y techos</b>		
Ventilación con aire ascendente	7	0,14
Ventilación con aire descendente	5	0,20
Falsos techos o similares	10	0,10
<b>Superficies exteriores</b>		
Zonas de vientos flojos y zonas urbanas	20	0,05
Zonas de vientos fuertes	25	0,04

Fuente: MAPA, 1981.

A continuación hay que abordar el término  $Q_T$  de la ecuación, que corresponde a las pérdidas de calor a través de los elementos constructivos del edificio.

Como consideración preliminar, según la bibliografía especializada consultada, señalar que las pérdidas de energía en un edificio ganadero se cuantifican como sigue: 10% a través del suelo; 20% a través de las paredes del contorno y 70% a través de la cubierta. Inmediata-

mente se deduce la importancia que tiene el tipo de cubierta a elegir y su sistema de aislamiento, para evitar pérdidas energéticas. No se deberá tampoco descuidar una adecuada elección del material de construcción de las paredes, donde están también incluidas las superficies de puertas y ventanas. Por lo que respecta a las soleras, vienen generalmente impuestas por condicionantes derivados del manejo de las deyecciones de los animales y en su caso de la utilización o no de camas de paja u otros materiales. No obstante, como se ha apuntado, tienen energéticamente hablando poca contribución, comparándola con el resto de elementos que conforman el contorno del local. En este apartado hay que calcular el coeficiente de transmisión térmica, expresado en kcal/m<sup>2</sup> h °C de cada uno de los diferentes cerramientos simples o compuestos que lo componen. En el caso de un material compuesto (caso más frecuente) se calcula la resistencia térmica de dicho material mediante la expresión:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

El término  $1/\alpha_e$  es el coeficiente superficial de transmisión de calor del fluido caliente a la pared (admisión), expresado generalmente en kcal/h. m<sup>2</sup> °C y el término  $1/\alpha_i$  es el coeficiente de transmisión de calor de la pared al fluido frío (emisor), expresado en idénticas unidades. Estos coeficientes se pueden obtener de manera práctica en el Cuadro III.

Los coeficientes de conductividad térmica ( $\lambda$ ) de los distintos materiales de construcción pueden obtenerse de numerosa bibliografía. En el Cuadro IV se recogen los correspondientes a algunos de los materiales habituales en la construcción de edificios ganaderos. Para mayor gama de materiales se puede consultar la norma NBE-CT-79.

Los términos  $e_1, e_2, \dots, e_n$ , hacen referencia a los distintos espesores en los que entran a formar parte estos materiales en los elementos constructivos terminados.

Siguiendo con el ejemplo planteado y considerando que las paredes sean prefabricadas de hormigón de 12 cm de espesor total, con 4 cm de aislante intermedio el coeficiente de transmisión de calor K será:

$$K = \frac{1}{0,04 + \frac{1}{0,79} + 0,14} \approx 0,69$$

Para la cubierta, considerándola compuesta de fibrocemento (espesor 7,5 mm y  $\lambda = \text{kcal/h. m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ), con proyectado interior de poliuretano (3 cm), el coeficiente K será:

$$K = \frac{1}{0,04 + \frac{0,0075}{0,40} + \frac{0,03}{0,032} + 0,14} \approx 0,88$$

Para todas las superficies de contorno del recinto ganadero y materiales que lo componen, se construye el siguiente cuadro (Cuadro V).

Por tanto, conocidos los términos necesarios de la ecuación inicial, la incógnita relativa a las necesidades de calefacción es:

**Cuadro IV. Coeficientes de conductividad térmica.**

Material	Conductividad térmica $\lambda$ (Kcal/h m $^\circ\text{C}$ )
Enlucido de cemento	1,200
Hormigón vibrado	1,400
Fábrica de bloque hueco hormigón	0,420
Fábrica de ladrillo macizo	0,750
Fábrica de ladrillo hueco	0,420
Fábrica de bloque de termoarcilla	0,250
Pared prefabricada de hormigón con aislante 4/4/4 (12 cm)	0,790
Pared prefabricada de hormigón con aislante 4/8/4 (16 cm)	0,440
Placas de fibrocemento	0,440
Poliestireno expandido	0,032
Espuma de poliuretano aplicada "in situ"	0,020
Vidrio para acristalar	0,820

Fuente: Norma NBE-CT-79.

**Cuadro V. Cálculo de las pérdidas de calor a través de los elementos constructivos del edificio.**

Unidades	Sup. (m <sup>2</sup> )	K (Kcal/m <sup>2</sup> /h $^\circ\text{C}$ )	Ti-Te (°C)	Kcal/h
Cerramientos (a)	123	0,69	23	1.952
Cubierta (b)	180	0,88	23	3.643
Puertas y ventanas (c)	8	3	23	552
Solera (10% a+b+c)				615
			Q <sub>T</sub> =	6.762

200 kcal/h + Q<sub>C</sub> = 6.624 kcal/h + 6.762 kcal/h.

Q<sub>C</sub> = 13.186 kcal/h.

Siguiendo la metodología propuesta y las tablas de referencia que se acompañan, se pueden determinar las de cualquier otra especie y tipología de construcción. Nótese fundamentalmente, y a mayor abundamiento de lo expuesto, la contribución que el mejor o peor aislamiento de la cubierta tiene en el cálculo de las necesidades de calefacción. ■



PRIMER FABRICANTE NACIONAL ESPECIALIZADO EN PURINES DE VACUNO Y PORCINO

Solicite mas información a su distribuidor o al 938862366



Vea los videos de funcionamiento en: [www.segales.net](http://www.segales.net)

AGITADORES Balsa



BATIDOR PORCINO



SEPARADOR PURÍN



BATIDOR VACUNO



BIOGAS

