



## Ventilación natural de las granjas de conejos (2ª parte)

J. Manzano\*, G. Palau, V. Blanes, A. Torres  
E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia  
\*juamanju@agf.upv.es

Continuación del artículo publicado en el Boletín de Cunicultura 135.



### 3.- Ejemplo de cálculo

#### 3.1. Descripción de la granja

A modo de ejemplo se calcularán los elementos del sistema y los caudales para este caso de ventilación natural para una explotación tipo (Manzano et al. 2001). Se trata de una granja cunícola de manejo rotacional, dividida en cinco salas. Cuatro de las salas se destinan a la rotación de los lotes, quedando la quinta para animales de reposición y espera/cubrición. Cada lote está formado por 100 reproductoras; así, en un instante determinado se encon-

trarán 900 conejos al final del engorde, 900 al comienzo del cebo, 100 madres a punto del parto y las otras 100 recién inseminadas y a media lactación. Las dimensiones de cada sala son de 12 x 7 m<sup>2</sup> y las de la granja de 12 x 35 m<sup>2</sup>, estando dotada en 100 jaulas agrupadas en 2 filas, tal como se puede observar en el plano que se adjunta (Figura 10).

La sala donde se precisará una mayor ventilación será la que se encuentren al final de la fase de cebo y para ella se



**Figura 10**  
Planta granja ejemplo

realizarán los cálculos de los caudales de ventilación definiendo las características en los dos sistemas alternativos de ventilación natural: estática vertical y horizontal.

### 3.2. Ventilación estática vertical

#### a) Dimensiones de la nave

La anchura de la nave de 12 m se sitúa en el límite superior (máximo) recomendado en ventilación vertical. La altura al alero se establece en 3 m. Fijando una pendiente del 40 % la altura en cumbre será de:

$$H = 3 + 0,4 \times \frac{12}{2} = 5,4 \text{ m}$$

En la cumbre de la nave se situará un caballete corrido, dándole una anchura de  $12 \times 0,06 = 0,72$  m y redondeando a 0,8 m. La superficie de entrada se fija en el doble de ese valor.

$$S_{\text{entrada}} = 2 \times 0,8 \times 7 = 112 \text{ m}^2$$

Si se colocan ventanas enfrentadas a las jaulas de 2 m de ancho cada una, la altura de las ventanas sería de:

$$h = \frac{112}{4 \times 2} = 1,4 \text{ m}$$

Si la ventana se sitúa a 1,2 m de altura su eje se encontrará a:

$$\text{distancia eje} = 1,2 \times \frac{1,4}{2} = 1,9 \text{ m}$$

#### b) Comprobación de dimensiones:

La sala tendrá un volumen de:

$$\text{Volumen} = (12 \times 7 \times 3) + (12 \times 7 \times \frac{2,4}{2}) = 353 \text{ m}^3$$

Quedando el volumen estático por conejo en  $353/900 = 0,39$  m<sup>3</sup>/conejo, superior a los 0,35 m<sup>3</sup> recomendados.

Los conejos por m<sup>2</sup> serán  $900/(12 \times 7) = 10,7$  conejos, inferior al límite recomendado de 11 conejos/m<sup>2</sup>.

#### c) Caudal de ventilación

Suponiendo una diferencia entre la temperatura interior y la exterior durante el verano de 2°C y tomando una temperatura de 22°C, en el interior de la nave se tiene un caudal de ventilación de:

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = 1,77 \cdot \sqrt{\frac{(5,4 - 1,9) \times 2}{22 + 273}} \times (0,8 \times 7) = 1,53 \text{ m}^3/\text{s}$$

Resultando un caudal de:

$$Q(\text{m}^3/\text{h}) = 1,53 \times 3.600 = 5.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 3.3. Ventilación estática horizontal

#### a) Dimensiones de la nave

La anchura de la nave debería modificarse, puesto que en ventilación horizontal dimensiones superiores a 10-11 m no proporcionan un flujo de aire adecuado. La pendiente en este caso se tomaría del 25%. Teniendo presente esta reducción en las dimensiones, el número de **jaulas** y de **animales** tendría que reducirse igualmente si se quiere estar dentro de unos valores adecuados.

Continuando con el ejemplo, lo primero es proporcionar dimensiones a las ventanas. Si se supone una superficie de la sala de  $12 \times 7$  m<sup>2</sup>, la superficie de ventana para un lateral, tomando el 8% de la superficie de la nave sería de:

$$S_{\text{ventana}} = 0,08 \times 12 \times 7 = 6,7 \text{ m}^2$$

Adoptando una ventana corrida para cada lateral, la altura sería de:

$$h = \frac{6,7}{7} = 0,96 \approx 1 \text{ m}$$

#### b) Caudal de ventilación

Para una velocidad del viento de 2,5 m/s (velocidad media del viento dominante en

el lugar de ubicación de la granja, de acuerdo a los datos obtenidos en la estación meteorológica más cercana) y considerando una efectividad de las aperturas del 30% (factor= 0,3), el caudal de ventilación será:

$$Q_{\text{ventilación}} (\text{m}^3/\text{s}) = 7 \times 2,5 \times 0,3 = 5,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

En consecuencia, el caudal resultante,  $\text{m}^3/\text{h}$ , será:

$$Q (\text{m}^3/\text{h}) = 5,25 \times 3.600 = 18900 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 4.- Simulación informática de la ventilación natural

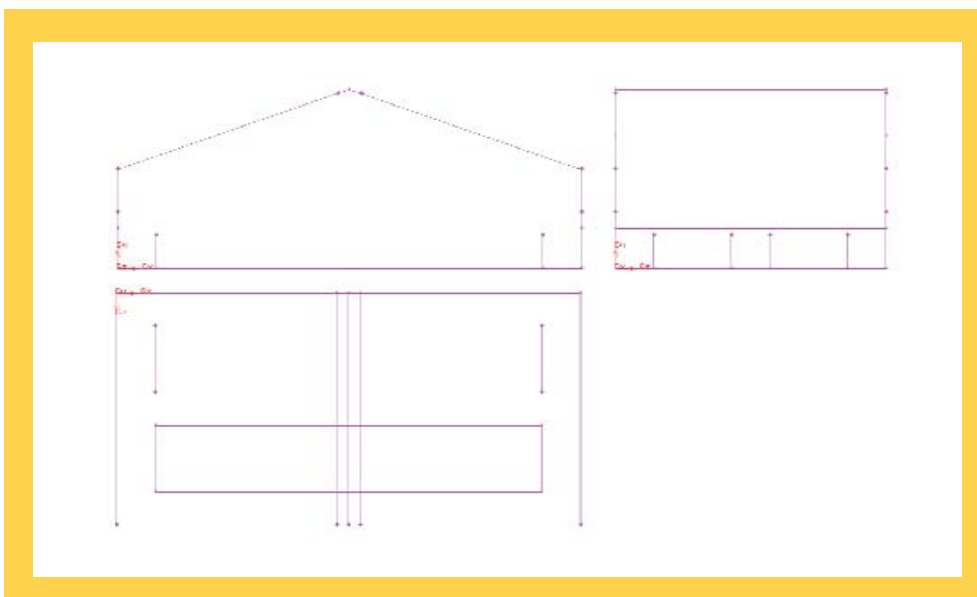
La utilización de métodos numéricos para la modelación de comportamientos físicos es muy útil en muchos aspectos de la ingeniería. En este caso concreto, la utilidad de un modelo que representa el comportamiento de la ventilación estática puede servir para la comprobación de valores empíricos recomendados o para la generar nuevos valores para la ventilación de granjas sin el costo de maquetas ni túneles de viento.

En este caso concreto, se ha intentado simular la ventilación de la granja descrita en el apartado anterior, de  $7 \times 12 \text{ m}^2$ , con una altura máxima de 5,6 m. Los conejos se sitúan en dos filas de jaulas de 1 metro de altura y dos de anchura. En la Figura 11 se representan algunas sus vistas.

Sin embargo, uno de los principales problemas de este tipo de modelos es conseguir datos experimentales precisos para una correcta simulación y su posterior validación. Las condiciones de contorno utilizadas en el presente modelo han sido elegidas en función de los procesos de mecánica de fluidos y de termodinámicos que ocurren en una granja, mientras que la validación se ha realizado comparando los diagramas de flujo del aire obtenidos en el modelo, con los hallados en la bibliografía.

Para resolver el modelo con el programa informático Fluent de CFD (acrónimo de las siglas en inglés de Computational Fluid Dynamics), se han hecho las siguientes consideraciones:

- La ventana que se sitúa en la dirección principal del viento dominante se ha definido como velocidad de entrada.
- Tanto la chimenea como la ventana opuesta se han definido como viento de salida.
- La jaula y el volumen comprendido en ella se ha modelado suponiendo una resistencia muy baja al paso del aire.



**Figura 11**  
Vistas de la granja cunícula

Uniendo tecnologías

Proyectos llave en mano

**EXAFAN**<sup>®</sup>

Nave Túnel



CUNICULTURA



Extracción de aire



Regulación ambiental total



Refrigeración / Calefacción



Premio a la Eficiencia 1998, Gobierno de Cataluña

EXAFAN, S.A.

50940 San Mateo de Gallego

Avda. de Navarra, 165 (Gallego), code 01, núm. 11

protegióval España

Teléfono (34) 977 850 170

Fax (34) 977 850 405

E-mail: [exafan@exafan.com](mailto:exafan@exafan.com)

## GAMA DE PRODUCTOS



- **Antibióticos**
- **Aminoácidos**
- **Vitaminas**
- **Premezclas**
- **Fungicidas**
- **Desinfectantes**
- **Insecticidas**



**s.p. veterinaria, s.a.**

# ASESCU

les desea Felices Fiestas



Asociación Española  
de Cunicultura

- En el suelo de las jaulas se ha colocado una fuente de calor de 200 w/m<sup>2</sup>, que se ha obtenido a partir de referencias del calor que producen los conejos cuando la temperatura ambiente es de 20 °C.
- Las paredes se han definido como elementos de temperatura constante de 20 °C.

Resolviendo el modelo con el citado programa CFD partiendo de esas hipótesis, se han generado las salidas gráficas recogidos en la Figura 12 para los flujos de velocidad del aire y en la Figura 13, para los campos de temperatura.

En la Figura 12 se aprecia como la distribución de velocidades no es uniforme a la altura de los animales, ya que se observan velocidades mucho mayores en zonas próximas a la entrada de aire, siendo las velocidades en la mitad derecha de la granja, mucho menores.

Así mismo, en la Figura 13 se aprecia una desigual distribución de la temperatura a nivel de los animales. Los conejos situados en las zonas donde la velocidad del aire era menor, son también, lógicamente, aquellos que están situados en un ambiente más caluroso.

Estos resultados, aunque, en un principio, pueden parecer lógicos están muy supeditados a las condiciones de contorno impuestas por lo que si se quisiera realizar un

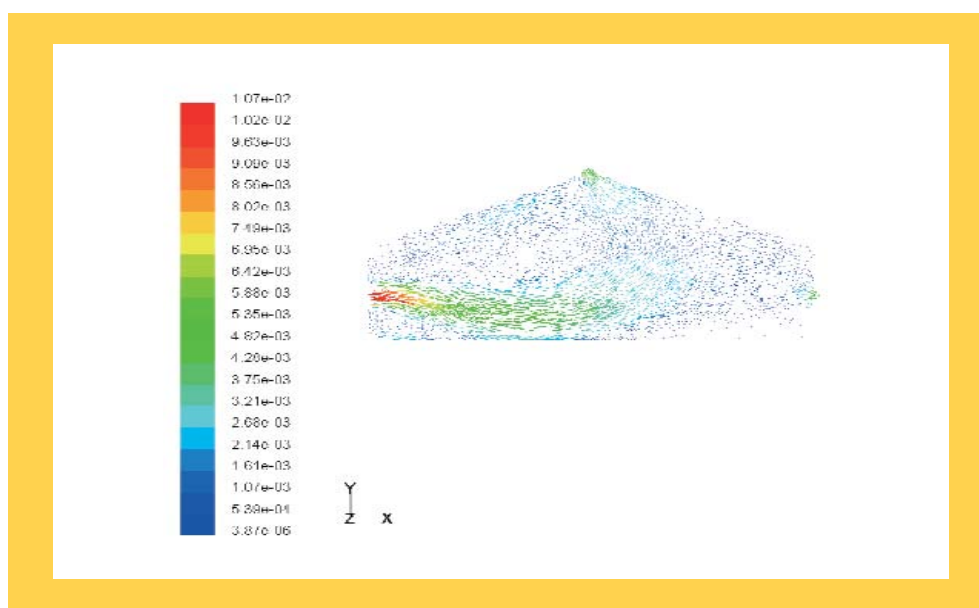
análisis más exhaustivo del fenómeno, habría que obtener valores más precisos de estas. Sin embargo, la gran utilidad de estos modelos puede producir mejoras en la ventilación sin costes exagerados en pruebas y modelos a escala.

## 5.- Interés y problemática de la ventilación natural

La principal ventaja de la ventilación natural es su reducido coste tanto de funcionamiento como de conservación por cuanto apenas si existe consumo de energía eléctrica y no tiene porque existir un gran deterioro de las instalaciones (ventanas y chimeneas).

En principio la inversión no tiene porque ser muy elevada pero todas las instalaciones de ventilación natural llevan una serie de elementos que suponen una cierta inversión. Si la instalación se automatiza por medio de los correspondientes sensores, programadores y actuadores la inversión puede ser considerable, aunque se reduce el coste de ventiladores y su correspondiente coste energético.

Los niveles de ruido se reducen enormemente, logrando un ambiente mas confortable tanto para el ganado como para los animales y se puede obtener una elevada iluminación natural.



**Figura 12**  
Distribución de velocidades del aire en la granja cunícola (m/s)

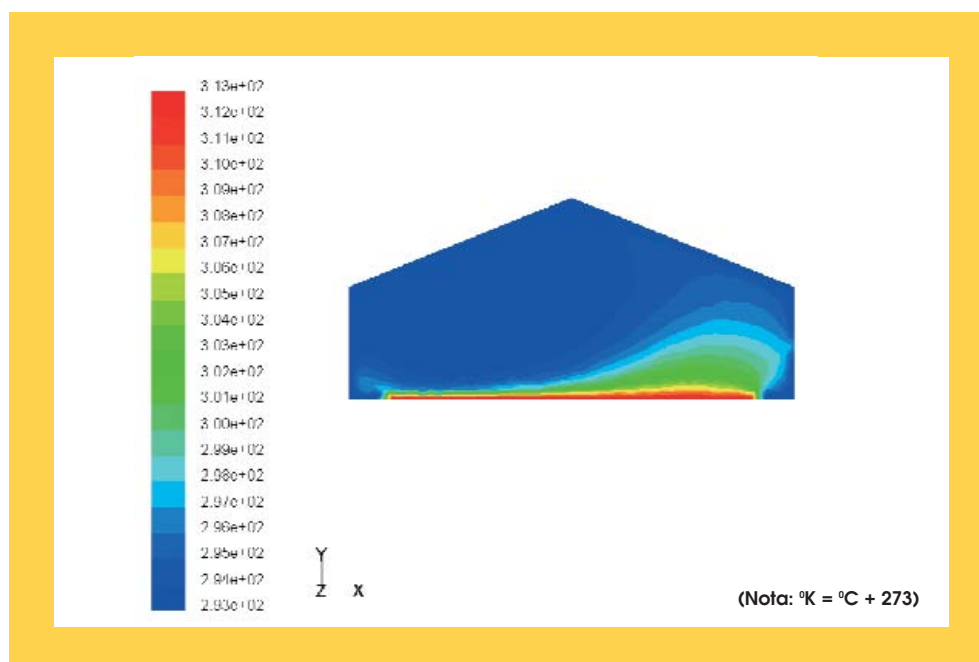
Una ventaja más estaría asociada a la autonomía y robustez del sistema: Funcionará incluso en caso de corte de suministro eléctrico y el nivel de ventilación se consigue mediante una regulación manual.

El principal inconveniente es su estrecha dependencia de las condiciones climáticas. En verano, incluso con una ligera brisa se lograrán tasas de ventilación muy elevadas; pero si no hay viento, el sistema es claramente insuficiente. Más aun si se tienen en cuenta la elevada densidad de animales que se suele dar en una granja típica.

Otro inconveniente estaría asociado con la autonomía que antes se apreció como ventaja; un sistema típico de ventilación natural tendrá una baja eficiencia en cuanto a la regulación de temperaturas y velocidades del aire.

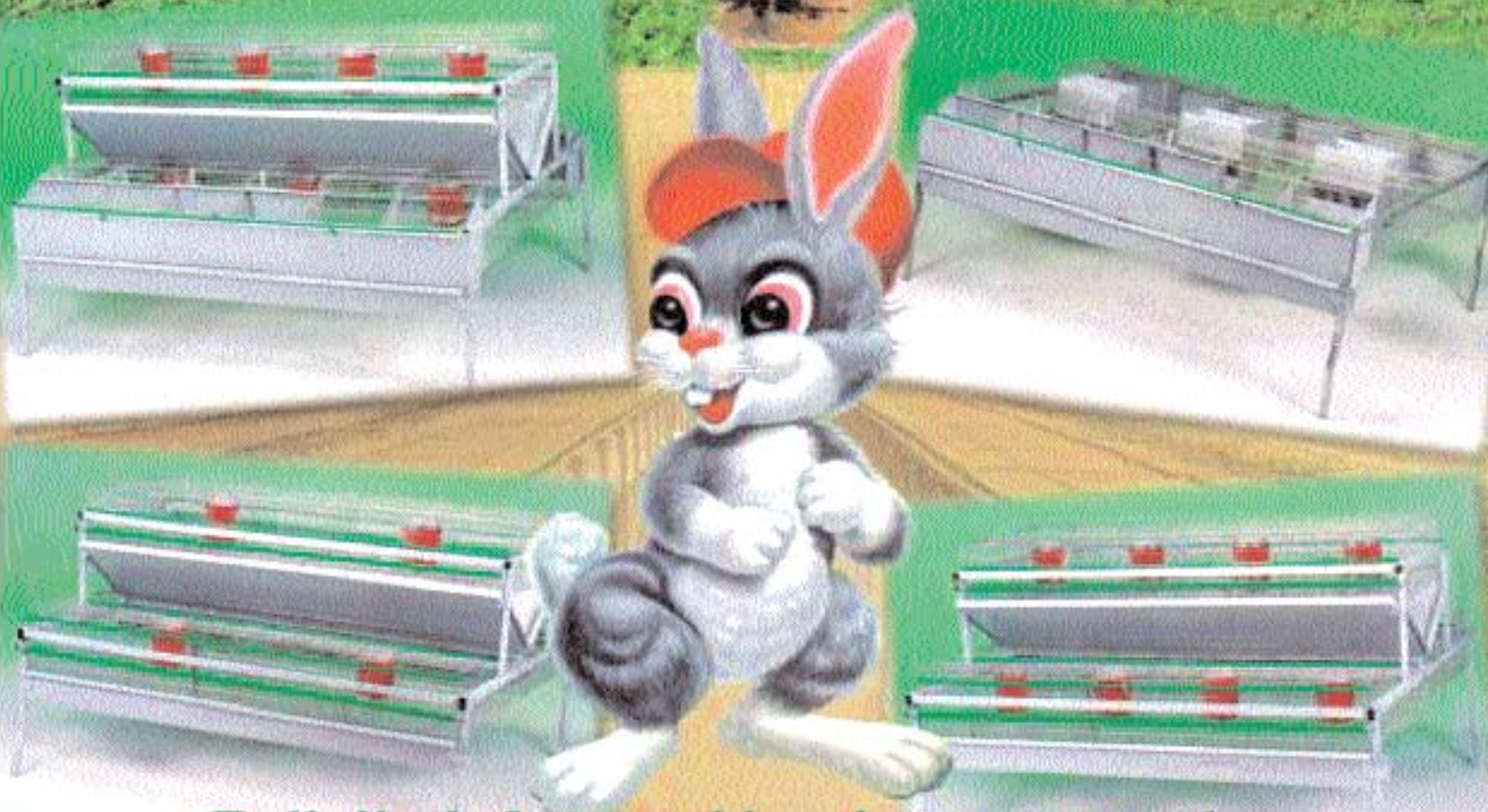
### Referencias bibliográficas y bibliografía consultada

- ALBRIGHT D. (1990). Environment Control for Animals and Plants. ASAE
- AMAND G., AUBERT C., BALAINE L. (1998). Les différents systèmes de ventilation. Sciences et techniques avicoles. Hors série. Septiembre 1998. 25-36.
- BARTALI H., JONGEBREUR A., MOFFITT D., WHEATON F. (1999). Handbook of Agricultural Engineering. Animal Production and Aquacultural Engineering. Volumen II. CIGR. ASAE.
- BLANES V., TORRES A. (2004). Balance de calor de los alojamientos cunicolas. Boletín de Cunicultura, 133: 14-23.
- BLANES V., MANZANO J., TORRES A. (2004). Cálculo de las necesidades de ventilación y ventilación dinámica de las granjas de conejos. Boletín de Cunicultura, 134: 24-40.
- CIGR (2002). Climatization of animal houses. Heat and moisture production at animal and house levels. Editado por S. PEDERSEN y K. SÄLLVIK, International Commission of Agricultural Engineering.
- CHOINIÈRE Y., MUNROE J. A. (2004). Principios de Ventilación Natural en Instalaciones para Cerdos. SUIS nº 5. Marzo 2004: 14-23
- FERRÉ J.S. (1996). Alojamientos en cunicultura. En "Zootecnia. Bases de Producción Animal. Tomo X. Producciones cunicola y avícolas alternativas". Ediciones Mundi-Prensa.
- FERRÉ J.S. (1997). Alojamientos e instalaciones en cunicultura. En "Zootecnia. Bases de Producción Animal. Alojamientos e instalaciones (I)". Ediciones Mundi-Prensa.
- HELICKSON. M. A. , WALCKER J. N. (1983). Ventilation of Agricultural Structures. ASAE
- MANZANO J., MONTALVO L., TORRES C., TORRES A. (2001). Un modelo de granja cunicola de tipo familiar. I Congreso de Ingeniería para la Agricultura y el Medio Rural. Volumen 2. 507-512
- MWPS (1990). Natural ventilating systems for livestock housing. Midwest Plan Service. Iowa State University, Iowa.
- VILLAGRÁ A., BLANES V., TORRES A. (2004a). Introducción a la climatización de las granjas cunicolas. Boletín de Cunicultura, 131: 12-18.
- VILLAGRÁ A., BLANES V., TORRES A. (2004b). Fisiología ambiental y bioclimatología del conejo. Boletín de Cunicultura, 132: 6-16.



**Figura 13**  
Distribución de temperaturas (°K) en la granja cunicola

# GAUN, a la vanguardia en instalaciones y materiales para cunicultura



**Solicite información sin compromiso**

**Teléfono de atención al cliente: 968 65 80 27**



**GAUN, S.A.**  
INSTALACIONES CUNÍCOLAS

Ctra. Nacional 340, Km. 642,5  
LIBRILLA (Murcia)

Tif.: 968 65 81 36 • Fax: 968 65 84 06