

IMPORTANCIA DEL AISLAMIENTO EN AVICULTURA: ASPECTOS ECONÓMICOS DE SU INSTALACIÓN (I)

Serafín García Freire

serafingfreire@yahoo.es

La avicultura actual, como cualquier actividad industrial, está sometida a las leyes de mercado. La propia dinámica de la competitividad tiende a reducir los márgenes de beneficios, sobre todo en mercados maduros como son los del sector primario. Ante la necesidad de aumentar nuestra rentabilidad debemos evitar caer en la rutina y adoptar una actitud innovadora.

Según Deming, difusor del concepto "CALIDAD TOTAL", para competir hemos de realizar una mejora continua de la productividad mediante:

1. Una mejora de la calidad de los procesos productivos que siempre acaba ocasionando una reducción de los costes de producción, aumentándose así el margen de beneficios.
2. Un aumento de la dimensión de la producción, de forma que con el mismo margen de beneficios por unidad producida obtenemos más rentabilidad.

El objeto de este trabajo es invitar a la reflexión sobre como optimizar nuestros costes energéticos.

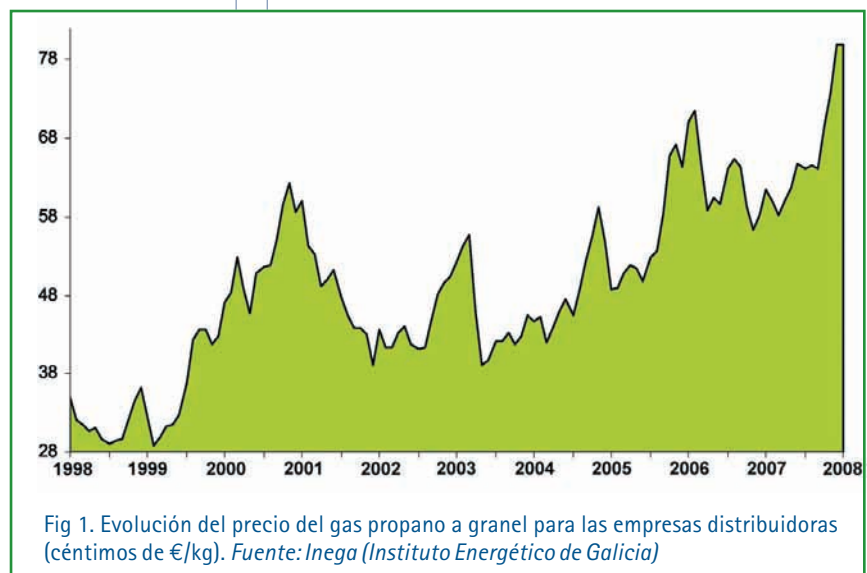
A) ¿Por qué aislamos?

Todos sabemos que las naves avícolas han de disponer de aislamiento térmico para poder realizar el proceso de cría de forma eficiente y rentable. Pero, ¿somos conscientes del coste económico, por crianza, que nos supone tener una nave con un nivel de aislamiento inadecuado?. Esta cuantificación económica debe valorar las 3 consecuencias de un aislamiento insuficiente:

1. **Dispendio económico en calefacción:** En las granjas de broilers, pavos y de recría necesitamos una temperatura inicial de crianza superior a 30°C. Como las aves aún no generan suficiente calor, debemos aportarlo mediante la calefacción, para contrarrestar la pérdida de calor a través de los cerramientos. Cuanto peor aislada esté nuestra nave, más gastaremos en calefacción, por lo que es recomendable analizar nuestro nivel de aislamiento para cuantificar lo que estamos derrochando en calefacción, aspecto que tocaremos las dos tablas finales de este estudio (*).

Además, esta situación se va agravando con los años, como consecuencia del encarecimiento brutal de los combustibles usados para la calefacción (ver figura 1).

(*) Esto se publicará en la segunda parte del artículo, en el próximo número de SELECCIONES AVÍCOLAS



2. **Peor calidad ambiental:** En una nave mal aislada y en épocas frías, de no compensar las pérdidas de calor con calefacción, para alcanzar la temperatura aconsejada podríamos caer en la tentación de reducir la ventilación mínima. Esta situación es especialmente grave en aves criadas sobre yacija, donde tasas de ventilación bajas favorecen el aumento de la humedad ambiental - los broilers eliminan al ambiente, aproximadamente el 80% del agua que beben -. Una yacija húmeda genera mayor desprendimiento de amoníaco, produciéndose una mayor incidencia en afecciones respiratorias, metabólicas -como la ascitis-, digestivas, quemaduras plantares, callos en pechuga y, en general, una disminución de los rendimientos.

3. **Mayor consumo de pienso:** En una nave mal aislada y en épocas frías las aves no generan suficiente calor como para contrarrestar la pérdida del mismo a través de los cerramientos. Por esto, si queremos realizar una adecuada ventilación mínima y no compensamos con calefacción, tendremos mucha dificultad de alcanzar las temperaturas adecuadas de crianza. La consecuencia de esto es que el ave ha consumir más pienso para intentar compensar sus necesidades de calor corporal.

- *En broilers, Yahav y col. -1996-*, relacionando la influencia de la temperatura ambiental con el aumento de peso, el consumo y la conversión de pollos entre 5 y 8 semanas, obtuvieron los siguientes datos (ver figura 2):

De la extrapolación de las curvas de regresión de la Fig. 2 podemos calcular que las aves mantenidas a 15° C entre 5 y 8 semanas consumieron en ese periodo, 85 gramos más de pienso y crecieron 25 gramos menos, que las mismas aves criadas a 20° C. Suponiendo una nave de 30.000 pollos, en 3 semanas se estarían desperdiciando 2.550 kg de pienso y 750 kg de carne.

- *En gallinas de puesta en jaula - en el pico de puesta -*, el consumo de pienso a 20° C es de 114 g y a 15° C de 121 g (1). Es decir 70 kg de pienso más al día en una nave de 10.000 gallinas. Si consideramos la misma granja con gallinas de suelo, el sobreconsumo sería de 80 kg y si nos referimos a gallinas en régimen ecológico o gallinas SPF, donde el coste de pienso es

(1) Guía de manejo Isabrown 2000
 (2) Manejo Ambiental en el Galpón de Postura de las Reproductoras Pesadas (1995)

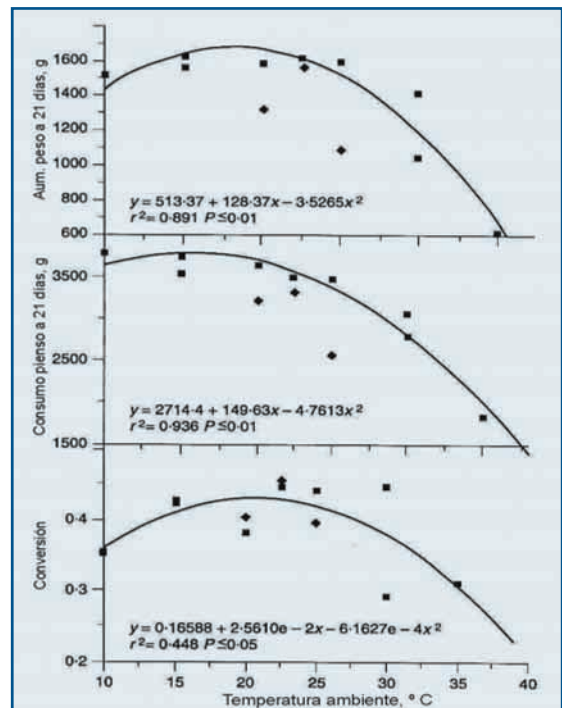


Fig 2. Influencia de la temperatura ambiental pollos de 5 a 8 semanas (Fuente: G. Santomá y M. Pontes, XX Curso FEDNA. 2004)

mayor que el convencional, el sobrecoste en alimentación es todavía mayor.

- *En reproductoras pesadas*, según la Guía de AVIAGEN (2) si se permite que la temperatura de la nave caiga excesivamente se incrementan los requerimientos de alimentación, pues las aves deberán consumir más para mantener la temperatura corporal, lo que da como resultado un aumento en el costo de alimentación.

¿Qué significa esto económicamente en un lote de 8.000 hembras y 800 machos mantenidos en ambiente frío?. Para lograr que el peso corporal sea el adecuado y considerando sólo el periodo de 40 a 50 semanas, estos reproductores requerirán 1,04 Kg más de pienso por macho y 690 g más por hembra, con lo que habrá un sobreconsumo en ese periodo de 6.352 kg.

Las consecuencias económicas de no mantener las temperaturas óptimas posiblemente sean peores si no se proporciona alimento adicional para obtener los pesos corporales correctos. En las hembras se daña la producción de huevos y los machos dejarán de producir semen y reducen la actividad de apareamiento, lo que perjudica la fertilidad y la incubabilidad.

Conceptos de asilamiento: Definiciones

Con el fin de poder comparar los distintos materiales aislantes constructivos, interesa conocer determinados coeficientes.

- **La conductividad térmica (λ):** Es la cantidad de calor que pasa en una hora a través de una superficie de 1 m² en una pared de un metro de espesor, cuando entre las dos caras de esta pared existe una diferencia de temperaturas de 1° Kelvin (o centígrado). Cada tipo de material -vidrio, cemento, granito, etc.- tiene un valor aislante propio, dependiendo de su naturaleza, densidad, presencia de celdillas de aire, etc. Las unidades son vatios/mK.

Nota 1: la unidad utilizada anteriormente era kcal/mh°C; 1 kilocaloría equivale a 1,163 W/m K.

Nota 2: los grados Kelvin son los de uso en física internacional y su valor es igual al grado Centígrado más 273, (ejemplo 20° C = 293° K). La magnitud del grado Kelvin y grado Centígrado es igual.

Tabla 1. Conductividades térmicas (λ) de diferentes materiales vatios/mk (*)

Acero	58
Granito	2,80
Suelo coherente con la humedad natural	2,10
Hormigón armado	1,62
Mortero de cemento usado en albañilería para enlucido (1900 kg/m ³)	1,39
Placas onduladas de fibrocemento sin amianto para tejados (Uralita®)	0,23
Bloque hueco de hormigón convencional	1,18
Ladrillo perforado	0,75
Ladrillo hueco	0,48
Bloque de termoarcilla	0,29
Madera (conífera)	0,18
Arlita (arcilla expandida)	0,084
Poliestireno expandido ("corcho blanco")	0,038
Lana mineral (lana de roca, lana de vidrio)	0,039
Poliestireno extruido	0,033
Poliuretano	0,028
Plancha de poliisocianurato + 2 láminas de aluminio.	0,023

(*) Código técnico de la edificación - HE1, documentación técnica de IDAE, documentación comercial de Poliuretanos S.A y de Consorcio Termoarcilla.

- **La Transmitancia (U):** Es un coeficiente que mide la facilidad con la que el calor atraviesa los distintos materiales. Es el mismo concepto que la conductancia, pero referido a un espesor concreto de un elemento constructivo. Cuando queremos calcular la facilidad con la que el calor atraviesa un elemento constructivo compuesto por varios componentes -por ejemplo una pared de ladrillo y material aislante-, se calcula la transmitancia total sumando las transmitancias de los distintos componentes. Se expresa en vatios/m²K. Se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$$U = \lambda \times e \quad (e = \text{el espesor del material en metros}).$$

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3 \dots$$

- **Resistencia térmica (r):** es un coeficiente que mide la dificultad con la que el calor atraviesa un metro de grosor de un único material; es como la Conductividad (λ) pero al revés, por eso resistencia térmica (r) se calcula haciendo el inverso de λ . Se expresa en m²K/W.

$$r = 1/\lambda$$

- **Coeficiente R:** Es el mismo concepto que la resistencia térmica (r) pero referido a un espesor concreto de un material. Cuando queremos valorar la dificultad con la que el calor atraviesa un elemento constructivo compuesto por varios componentes - por ejemplo, una pared de ladrillo y aislante -, se calcula el coeficiente R de ese elemento constructivo, sumando los coeficientes R de los distintos componentes de ese cerramiento. Se expresa en m²K/W. Por lo tanto R es el inverso de U.

Nota: la unidad utilizada anteriormente era m²h°C/kcal; 1 kcal equivale a 1,163 m²K/W.

Se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$$R = R_{se} + e/\lambda + R_{si} \quad (e = \text{el espesor del material}).$$

$$R = 1/U$$

$$R_t = R_{se} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{si}$$

- **Resistencias superficiales:** Cuando el aire está en contacto con la superficie de un material se produce una resistencia a la transmisión de temperatura que es siempre la misma, independientemente del material que sea. Este fenómeno se denomina resistencia térmica superficial de cerramientos en contacto con el aire exterior y resistencia térmica superficial de cerramientos en contacto con el aire interior. Sus valores son:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W} \quad R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} \quad (1)$$

- **Resistencias de las cámaras de aire:** Las cámaras de aire también generan resistencia al paso del calor, dependiendo de su grosor y de si son ventiladas o no.
 - Cámara de aire no ventilada: (datos válidos para cámaras menores de 30 centímetros)

Tabla 2. Resistencias térmicas de cámaras de aire en m²k/w

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

(*) Código técnico de la edificación -DB-HE.

-Las cámaras de aire ventiladas (con una superficie de aberturas al exterior de entre 0,5 y 1,5 m² por cada 1000 m² de cámara), tienen el valor R igual a la mitad del valor R de las cámaras no ventiladas.

En resumen, mientras los valores λ y r valoran la facilidad o dificultad del paso del calor tomando siempre al metro como unidad de grueso de un material, los valores U y R se aplican a un material de un grueso determinado.

(1): Código técnico de la Edificación-DB-HE



Un adecuado aislamiento, al igual que una buena gestión del control ambiental, son determinante en la reducción de costes y en la mejora de los índices productivos.

B) ¿Cuánto aislamos?

Para decidir el nivel de aislamiento, es decir, qué grosor de aislante tenemos que instalar en la nave, deberíamos hacer un pequeño estudio económico. El aislamiento térmico no es un gasto, sino una inversión, puesto que el desembolso inicial se ve amortizado en un plazo breve –pocos años– a través del ahorro energético en calefacción –en invierno– y electricidad –en verano–. Además, la inversión en aislamiento cuenta con subvenciones públicas en muchas comunidades autónomas, situación que no ocurre con los combustibles de calefacción.

El dimensionamiento correcto del aislamiento térmico estará en función del coste del aislamiento de la nave, el tipo de calefacción, del gasto energético anual que se pretenda asumir y de la climatología local.

En la bibliografía especializada, la referencia en cuanto al nivel de aislamiento recomendado para las granjas avícolas, la aporta Castelló –1993– que establece unos valores en función de la temperatura –tabla 3–, lo que complementa con una información sobre la división de España en las zonas climáticas que se muestran en la figura 3.

También es útil contrastar los niveles de aislamiento utilizados en las viviendas. En la legislación española, concretamente en El Código Técnico de la Edificación –CTE–, aprobado mediante el RD 314/2006, se establecen unos valores mínimos de aislamiento según la zona climática y tipo de cerramiento, que deben cumplir las edificaciones de nueva construcción. Aunque las granjas avícolas están excluidas de esta normativa por ser “edificios agrícolas no residenciales”, es interesante conocer estos valores (ver tabla 4 y figura 4).

Estos valores mínimos de aislamiento en viviendas han sido establecidos por los legisladores con el fin de lograr un uso racional de la energía, teniendo en cuenta que la temperatura habitual en las mismas es de 20°-22°. Ahora bien, considerando que en la mayoría de las explotaciones avícolas realizamos una actividad de gran

Tabla 3. Mínimos valores aislantes recomendados (*)

Tipo de nave	Lugar a aislar	Temperatura mínima media de enero, °C (&)			
		< 0	0-5	5-10	> 10
Ventilación natural	Techo	3,48	2,90	2,32	1,74
	Muros	2,32	1,51	0,70	-
Ambiente controlado	Techo	3,83	3,48	3,14	2,79
	Muros	2,90	2,55	2,20	1,86

(*) Castelló, Construcciones y equipos avícolas. 1993. Real Escuela de Avicultura
 (&) Datos de R, en m²K/W, para facilitar la comparación.

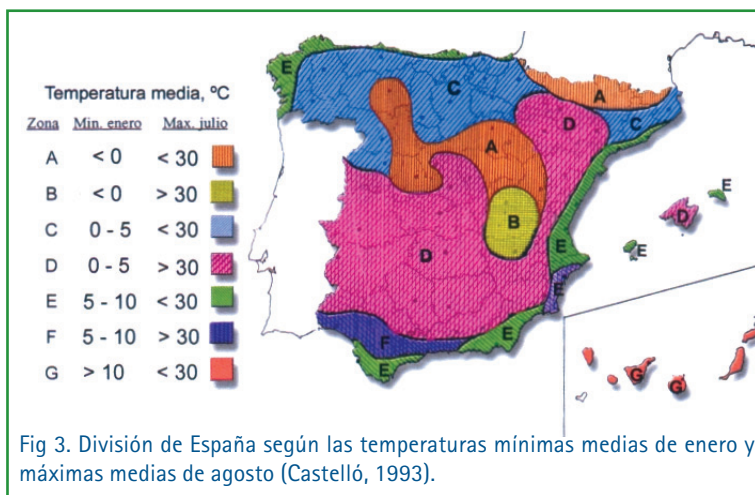


Fig 3. División de España según las temperaturas mínimas medias de enero y máximas medias de agosto (Castelló, 1993).

consumo energético –superando temperaturas de 30° C durante varias crianzas al año), sería lógico pensar que el aislamiento mínimo necesario debería ser, como mínimo, lo exigido legalmente para las viviendas. Aunque lo apropiado sería alcanzar los niveles de aislamiento recomendados por Castelló, más acordes con las necesidades avícolas, con lo que sin duda conseguiríamos ahorros sustanciosos.

C) ¿Cómo aislamos?

Una vez conocidas nuestras necesidades de aislamiento, debemos valorar cada una de las siguientes consideraciones que determinarán el material aislante idóneo:

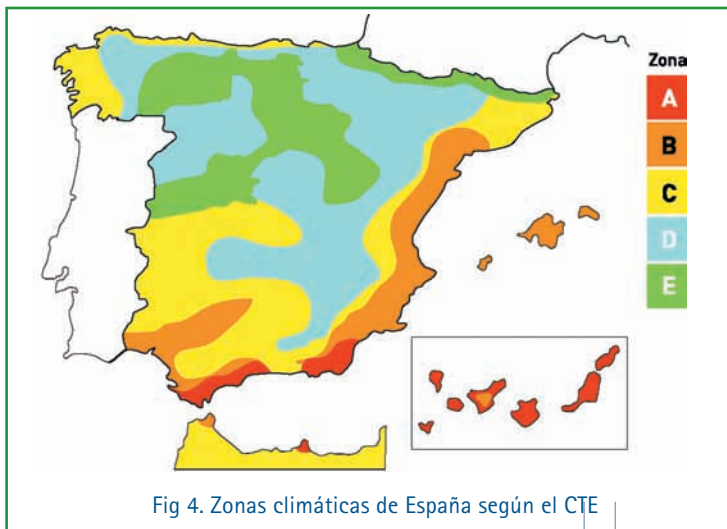
1. El coste del aislamiento ya instalado (comparando grosores equivalentes).
2. El diseño de la nave (si es cerrada o abierta, si va disponer de cubierta ventilada y los modos de minimizar los puentes térmicos)
3. El grado de absorción de humedad del aislante
4. El riesgo de combustión
5. Su duración en el tiempo.

Tabla 4. Valores mínimos legales de aislamiento R (m²k/w) para construcciones nuevas (*)

R (m ² k/w)	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Muros (&)	1,06	1,21	1,36	1,51	1,75
Cubiertas (&)	2,00	2,22	2,43	2,63	2,85

(*) Código técnico de la Edificación-HE1 (adaptado a valores R para facilitar la comprensión).

(&) Cuanto mayor sea el número R, mayor será el aislamiento térmico.



-de forma que las aves están más tranquilas y convierten mejor-; pero sin lugar a dudas, la ventaja fundamental de una nave cerrada es la distribución del aire en la ventilación. El aire entra por las trampillas laterales, dirigido hacia el techo a una velocidad muy alta, según la Guía de Manejo del pollo de engorde -Cobb, 2008- entre 3 y 5,5 metros/segundo, dependiendo del ancho de la nave. Sin embargo, también es interesante aumentar o disminuir dicha velocidad según la temperatura exterior, de cuya forma el aire entrante frío va paralelo al techo hasta que choca con la bolsa de aire caliente que hay en la cumbre y así, cuando el aire entrante llega al suelo ya está mezclado. Además, también se reduce la estratificación de temperaturas, consiguiendo "bajar" el aire caliente a donde más útil es, a nivel de las aves.

Para conseguir que ese flujo de aire frío vaya paralelo al techo, es muy recomendable que el techo sea liso por dentro, es decir que las correas de sujeción de la cubierta estén ocultas para

1. Coste del aislamiento ya instalado con valores R equivalentes de aislamiento.

No todos los materiales aislantes aíslan lo mismo, por lo que a la hora de compararlos debemos usar grosores equivalentes para un mismo valor R de aislamiento (ver tabla 5).

2. El diseño de la nave:

- Nave cerrada o nave abierta:

Las naves cerradas presentan importantes ventajas con respecto a las abiertas, como por ejemplo un importante ahorro energético y una menor intensidad de luz

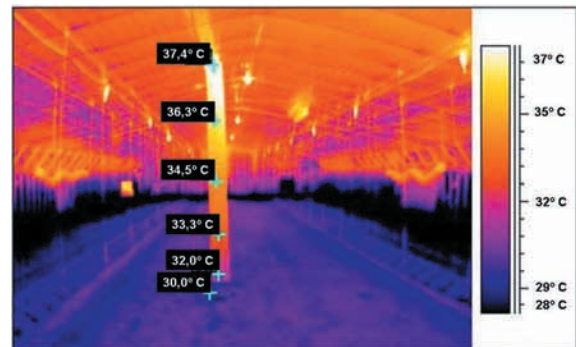
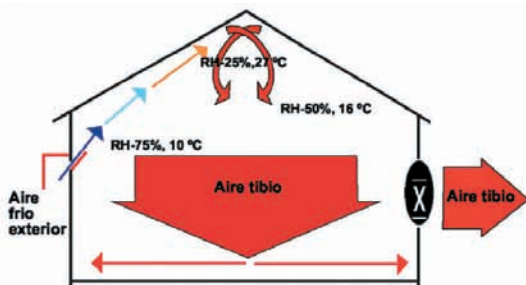


Tabla 5. Grosores equivalentes de diferentes tipos de aislantes para mismo coeficiente R = 2,17 m²K/W (*)

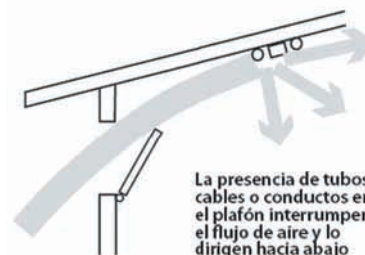
Plancha de poliisocianurato + 2 láminas de aluminio	Poliuretano	Poliestireno	Poliestireno extruido	Lana mineral expandido («corcho blanco»)	Paredes de ladrillo doble hueco (8 cm) con 2 cm de cámaras de aire	Pared de ladrillo doble hueco (sin cámaras)
5 cm	6 cm	7,1 cm	8,2 cm	8,4 cm	70 cm	1 metro

(*) Elaboración propia





Fuente: "Guía de manejo del pollo de engorde" (Cobb, 2008)



Fuente: Manejo en el ambiente del pollo de engorde (Aviagen, 2009)

evitar que el aire entrante rebote en ellas y incida directamente sobre los pollos.

La elección correcta del material aislante y su modo de instalación nos va a permitir conseguir un techo liso.

Los techos lisos normalmente se obtienen instalando un falso techo aislante por debajo de las correas. Aislantes tan utilizados como el de tipo sándwich y el poliuretano proyectado en obra no cumplen esta condición por sí solos.

• **Cubierta ventilada:**

La cubierta ventilada es una técnica constructiva tremendamente eficaz en zonas cálidas, que consiste en que entre la cubierta y el aislamiento haya una pequeña cámara de aire con aberturas al exterior en los extremos -por debajo del alero y por la cumbre-.

Según Castelló -1993-, el tamaño de las citadas aberturas será de al menos 1 m² cada 500 ó 1000 m² de cubierta.

Cuando hay radiación solar, en la cámara se genera un flujo de aire ascendente -que entra por el alero y sale por la cumbre-; enfriando el aislante y la cubierta, de cuya forma la efica-



cia del aislante es superior porque su parte externa permanece más "fresca".

En invierno, las cubiertas ventiladas mejoran muy poco el aislamiento pero evitan que se generen condensaciones, ya que el pequeño flujo de aire seca el lado interno de la cubierta.

Las cubiertas ventiladas normalmente se obtienen instalando un falso techo aislante por debajo de las correas y por encima de éstas una cubierta de fibrocemento o chapa. Aislantes tan utilizados como el de tipo sándwich y el poliuretano proyectado en obra no cumplen esta condición por sí solos.

• **Modos de minimizar los puentes térmicos**

Los pilares, las cerchas y los pórticos, generalmente de hormigón armado o de acero, no son materiales aislantes. Para evitar que se comporten como puentes térmicos - superficies del cerramiento frías que inevitablemente producirán humedades por condensación -, deben aislarse convenientemente del exterior (rotura de puente térmico). Los modos posibles son:

- material aislante interior al pilar
- material aislante exterior al pilar

- los pilares integrados en el material aislante mediante los llamados muros de obra, que pueden ser:

- doble pared con aislante en la cámara.
- Pared de bloque aislante de "Arlita" o termoarcilla, evitando puentes térmicos.

3. El grado de absorción de humedad del aislante

Los materiales aislantes van perdiendo su valor de aislamiento según la facilidad que tengan de absorber humedad - debido a que el vapor de agua es muy buen

Tabla 6. Tipos de disposiciones del aislamiento en referencia a la estructura

	Aislante interior	Aislante exterior	Pilar integrado en el aislante
Aislante interior			
Vista externa			
Observaciones	<p>-El panel aislante debe estar protegido por el interior mediante un murete de hormigón armado de 10 cm de grosor por 30 cm de altura, para evitar dañar el panel cuando se procede a la retirada de la yacija.</p> <p>-Fácilmente lavable</p>	<p>-El muro interno protector del pilar debe ser del grosor del mismo.</p> <p>-lavado difícil y laborioso.</p>	<p>-Tener la precaución de aislar el pilar para romper el puente térmico. Ejemplo: pared de bloque aislante de "Arlita" con una tira de poliestireno (antes del enlucido).</p> <p>-Los pilares tienen que ser de poco grosor, por lo que nos limita la anchura de la nave.</p>

Con respecto a la solera de hormigón es recomendable:

- Poner una barrera de vapor - una lámina plástica de polietileno - entre la capa de relleno pisado y la capa de hormigón, ya que el hormigón deja pasar con cierta facilidad el vapor de agua (Factor $\mu=80$). De esta forma se evita que la humedad de la tierra del exterior, pase a la tierra de debajo de la solera por capilaridad y se "filtre" a través de la solera en forma de vapor.
- Aislar la solera de la nave perimetralmente con el material aislante del cerramiento lateral, de cutya forma evitamos el puente térmico de la solera con el exterior.



Piso con lámina de polietileno y mallazo electrosoldado antes de recibir el hormigón.

Tabla 7. Valores de resistencia a la difusión del vapor de agua: Factor μ . (*)

Acero, chapa, Lámina de 2 láminas de aluminio	Poliestireno extruido	Poliestireno	Poliestireno expandido	Madera	Ladrillo, Bloque de hormigón blanco») cámaras de aire	Lana mineral
Infinito (impermeable)	100-200	60-150	20-100	20	10	1 (permeable)

(*) Código técnico de la Edificación-HE1

Nota: Este coeficiente indica las veces que es mayor la resistencia a la difusión del vapor de agua un material con respecto a una capa de aire de igual espesor (para el aire $\mu = 1$). Cuanto mayor sea el número, mayor será la resistencia al paso de vapor de agua (más impermeable).

conductor del calor-. Este factor es especialmente importante en naves avícolas puesto que las humedades ambientales son mayores que en viviendas. Por ello, es recomendable que los materiales aislantes a utilizar dispongan de una barrera de vapor - lamina de polietileno, poliéster, aluminio o de chapa -, y que ésta sea lo suficientemente duradera en el tiempo, sobre todo en los más higroscópicos como la lana mineral.

4. El riesgo de combustión

Los aislantes sensibles al fuego - todos los habituales menos la lana mineral y la "Arlita" -, para estar protegidos, deben tener una barrera ignífuga, de chapa o de aluminio. No disponen de esta protección el poliestireno visto y el poliuretano proyectado en obra.

Con respecto al poliuretano proyectado en obra, es conveniente asegurarse de que la superficie a aislar queda cubierta con el grueso del aislante que se haya contratado y que se usen los aditivos correctos, ya que si no es así, con el paso del tiempo, el poliuretano cuarteo y se despegue de la cubierta.

Algunos instaladores recomiendan dejar unos respiraderos en la cumbre del tejado -un tubo de media pulgada cada 10 m-, con el fin de evitar acumulaciones de gases inflamables.

5. Duración en el tiempo

Debemos tener en cuenta que el poliuretano proyectado en obra bajo cubierta de chapa no dispone de barrera de vapor, por lo que la humedad ambiental lo atraviesa, acelerando el proceso de corrosión que destruye la chapa prematuramente. Por otra parte, al no disponer de una barrera física es muy sensible al ataque de las larvas del *Alphitobius diaperinus* -escarabajo de la yacija-, que horadan galerías y acaban "desintegrándolo".

La lana mineral sólo aislará mientras se mantenga íntegra la barrera de vapor de la que dispone, por lo que ésta deberá ser resistente a los rayos ultravioleta, a los arañazos, etc. Además, si esta barrera de vapor tiene que ser perforada - para la sujeción de los comederos, bebederos, etc. - debe usarse tornillos con junta de goma, para garantizar la estanqueidad.

Los paneles de chapa lacada sandwich -de lana mineral o poliuretano-, usados como cerramientos laterales, deben de ir protegidos por el interior mediante un murete de hormigón armado de 10 cm de grosor por 30 cm de altura, para evitar dañar el panel cuando se procede a la retirada de la cama.

(Continuará)

