

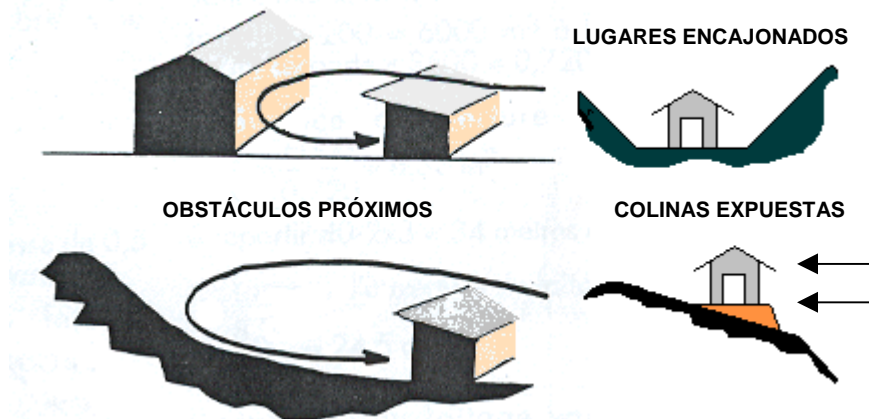
2.3 EL CONTROL DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

2.3.1 LA UBICACIÓN DE LA NAVE

La elección de la ubicación de una explotación ganadera está sometida a una serie de condicionantes de orden: normativo, infraestructuras, eliminación de residuos, etc. En general, se buscan terrenos sanos, protegidos de los vientos fuertes, pero aireados, secos y bien drenados, evitando (Íñigo, 2005) (figura 12):

- Los obstáculos excesivamente próximos que puedan interferir en la ventilación.
- Colinas muy expuestas al viento que puedan producir un exceso de entrada de aire.
- Lugares encajonados, con insuficiente ventilación, húmedos y muy calurosos.

Figura 12: Ubicaciones poco recomendables en explotaciones ganaderas



Fuente: Elaboración propia a partir de Íñigo (2004) e ITOVIC (1991)

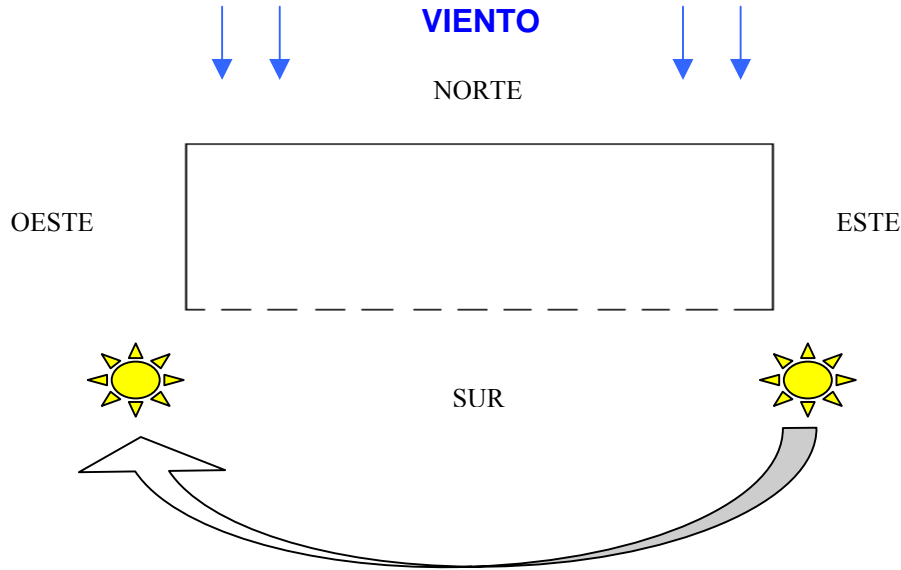
La orientación de la nave es especialmente importante cuando la ventilación es natural o estática. En principio, es aconsejable disponerla en sentido perpendicular a los vientos dominantes (Aldaz *et al.*, 1997), es decir, si los vientos dominantes vienen del N y del S, la orientación longitudinal de la nave adecuada sería E-O con frente abierto al S (figura 13). De esta forma se conseguiría una buena ventilación natural de la nave, evitando la aparición de turbulencias.

Salvo que los vientos dominantes impongan su ley, en zonas cálidas el eje longitudinal se dispone en la dirección E-O para conseguir que (Buxadé,1998):

- * La superficie expuesta al oeste sea la menor posible, de forma que no se produzcan fuertes insolaciones en verano.
- * En la fachada orientada al S, el sol invernal, que sube poco en el cenit, penetrará bien por los ventanales (secando la cama), sin embargo, en verano, el alero de la nave actuará de quitasol y, en consecuencia, protegerá al ganado de la insolación directa.
- * Se realiza una ventilación natural al disponer de una fachada permanentemente caliente y otra fría.

En caso de zonas extremadamente frías, a no ser que los vientos dominantes aconsejen otra orientación, la disposición longitudinal de la nave sería distinta en 90°, es decir, N-S (Buxadé,1998).

Figura 13: Orientación de la nave



Fuente: Elaboración propia

Para facilitar la gestión de la ventilación natural puede ser interesante el empleo de barreras cortavientos naturales, ya que reducen las pérdidas energéticas por ventilación, al estar la estructura menos expuesta a los vientos, además de sombrear los alojamientos en verano (Íñigo, 2005) (figura 14).

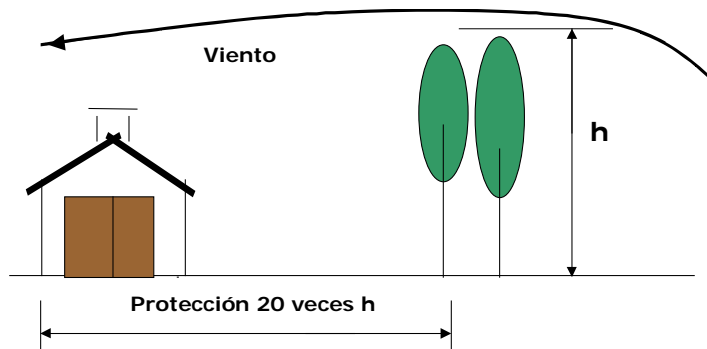
Figura 14: Empleo de árboles en naves ganaderas



Salas de maternidad en explotación porcina

Nave de ovino de carne

En naves con sistemas de ventilación natural se recomienda una plantación vegetal donde la permeabilidad del aire sea del 50%, ofreciendo de esta manera un protección a los vientos en una distancia aproximadamente igual a 20 veces su altura (Íñigo, 2005).

Figura 15: Protección mediante cortavientos vegetales

Fuente: Íñigo, 2005

2.3.2 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

Los edificios ganaderos tienen como función principal la protección de los animales alojados en ellos frente a las inclemencias meteorológicas del exterior. Para lo cual tendrán que estar constituidos por unos materiales con características higrotérmicas tales que permitan mantener en su interior unas condiciones ambientales confortables.

Una nave bien aislada contribuirá principalmente a (Íñigo, 2005):

- Reducir las pérdidas de calor en tiempo frío.
- Reducir las ganancias de calor en época calurosa.
- Optimizar el rendimiento de las instalaciones de climatización: calefacción, refrigeración y ventilación, permitiendo su funcionamiento a un régimen moderado de tal forma que se reducirá el gasto energético generado y se alargará la vida útil de los equipos.

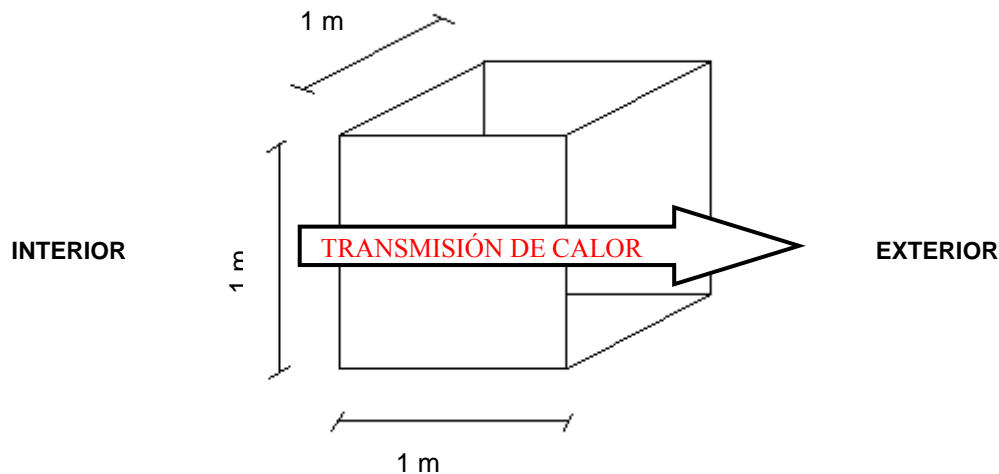
Por el contrario, los edificios ganaderos mal aislados y con sistemas de climatización deficientes, favorecen la presencia de altas concentraciones de diferentes gases producidos por el ganado y sus deyecciones, proporcionando un ambiente agresivo para los elementos estructurales del edificio y un medio de vida nocivo para el ganadero y el ganado (ver apartado 2.2.5) (Íñigo, 2005).

El vapor de agua es uno de los gases más frecuentes en las explotaciones ganaderas, que puede ser detectado visualmente ante la aparición de fenómenos de condensación en paredes y techos. Las condensaciones se producen sobre las superficies más frías constituyendo, por lo tanto, un marcador de los puentes térmicos y de los elementos peor aislados (Íñigo, 2005).

La aparición de condensaciones contribuye a la degradación de los materiales que forman parte de la nave, principalmente hormigón y metales, que a largo plazo pueden provocar la ruina de la construcción. Este fenómeno puede ser atenuado, incluso evitado, dotando a éstas de un buen aislamiento (Íñigo, 2005).

La capacidad aislante de un material viene caracterizada por su *conductividad térmica* (λ), definiéndose ésta como: “la cantidad de calor que atraviesa en 1 hora una lámina de material de 1 m² de superficie y 1 m de espesor, cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperatura de 1°C” (Figura 16).

Figura 16: Conductividad térmica (λ)



$$T_{\text{interior}}^a - T_{\text{exterior}}^a = 1^\circ\text{C}$$

$$\text{Tiempo} = 1 \text{ hora}$$

$$\lambda = \text{Kcal/h m}^\circ\text{C} \text{ ó } \text{W/m}^\circ\text{C} \text{ siendo } 1 \text{ Kcal/h} = 1,163 \text{ W}$$

Fuente: Elaboración propia

Es decir, cuanto menor λ , mayor capacidad aislante del material, considerándose aislantes térmicos aquellos materiales cuyo λ es igual o inferior a 0,15 Kcal/h m °C (Tabla 27).

Los aislantes térmicos son materiales de diferente naturaleza y composición, que generalmente contienen una cantidad importante de gas encerrado en el interior de sus células o están formados por un entramado de fibras (Anejo III). Según su naturaleza se distinguen los siguientes tipos (Íñigo, 2005):

- * Vegetales: corcho, aglomerado de madera, paja comprimida, etc.
- * Minerales: lana de vidrio, lana de roca, arcillas expandidas, perlitas, hormigón celular, etc.
- * De síntesis: poliuretanos y poliestirenos en placa y espuma, etc.

Para poder evaluar el aislamiento proporcionado por una pared, hay que calcular el *coeficiente de transmisión térmica* “K” definido como: “la cantidad de calor que atraviesa en 1 hora un cerramiento de 1 m² de superficie y 1 m de espesor, cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperatura de 1°C” (Figura 17).

Tabla 27: Conductividad térmica de materiales aislantes

AISLANTES	DENSIDAD (kg/m ³)	λ (kcal / h m °C)
Hormigón celular	400	0,094
Arcilla expandida	300	0,073
Perlita expandida	130	0,040
Aglomerado de corcho	110	0,034
Lana de vidrio	10-90	0,030
Lana de roca	30-150	0,034
Poliestireno expandido:		
Tipo I	10	0,039
Tipo III	15	0,033
Tipo IV	20	0,031
Tipo V	25	0,030
Tipo VI	30	0,029
Poliestireno estruido	30-35	0,024
Poliuretano placa conformada	30-35	0,020
Poliuretano espuma "in situ"	30-35	0,020

Fuente: Ínigo, 2005

Para una pared compuesta el coeficiente K (Kcal/h m² °C) es igual a:

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

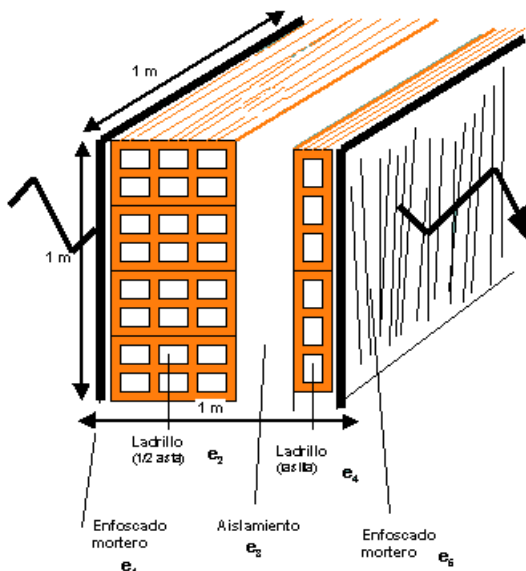
donde:

e_n : Espesor del material en metros

λ_n : Coeficiente de conductividad térmica en Kcal/h m °C

$1/h_n$: Resistencia térmica superficial de las capas de aire en contacto con la pared en m² h °C/Kcal. Su valor dependerá de la posición del cerramiento y del sentido del flujo de calor (Tabla 28).

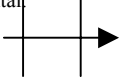
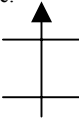
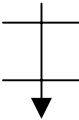
Figura 17: Transmisión térmica (K)



T^a interior - T^a exterior = 1°C
Tiempo: 1 hora

Fuente: Ínigo, 2005

Tabla 28: Resistencias térmicas superficiales

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	1/h _i	1/h _e	1/h _i +1/h _e	1/h _i	1/h _e	1/h _i +1/h _e
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal. 	0,13 (0,11)	0,07 (0,06)	0,20 (0,17)	0,13 (0,11)	0,13 (0,11)	0,26 (0,22)
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente. 	0,11 (0,09)	0,06 (0,05)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,11 (0,09)	0,22 (0,18)
Cerramientos horizontales y flujo descendente. 	0,20 (0,17)	0,06 (0,05)	0,26 (0,22)	0,20 (0,17)	0,20 (0,17)	0,40 (0,34)
Resistencias térmicas superficiales en m ² h °C/Kcal (m ² °C/W)						

Fuente: Isover, 1985

En la Tabla 29 se muestran los coeficientes de transmisión térmica de los materiales de construcción más habituales en granjas.

El nivel de aislamiento global de un edificio o sala (K_G) se define por la media ponderada de los coeficientes de todos los cerramientos que envuelven el edificio. Por ejemplo, en una sala compuesta por “n” materiales, K_G sería:

$$K_G = \frac{K_1 S_1 + K_2 S_2 + \dots + K_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

Siendo,

K_n: El coeficiente de transmisión térmica del cerramiento n.

S_n: La superficie que supone el cerramiento n.

En la Tabla 30 se recogen los valores de K aconsejados en instalaciones porcinas.

Tabla 29: Transmisión térmica en materiales de construcción

MATERIALES	DENSIDAD (kg/m ³)	ESPESOR (cm)	K (Kcal/m ² h°C)
PAREDES			
Bloque hueco de hormigón (SIN AISLAR)	1.200	20	1,65
Hormigón en masa		15	3,35
		20	3
Ladrillos huecos de 15 cm		15	1,8
Ladrillos huecos de 20 cm		20	1,5
Ladrillos huecos de 25 cm		25	1,24
Ladrillos G9 machihembrados		22,5	0,98
Ladrillos G13 machihembrados		30	0,77
Bloque de hormigón celular	400	20	0,52
		25	0,42
Bloque de termoarcilla	900	19	0,78
		24	0,63
Bloque de arlita	950	15	0,76
		20	0,63
Panel “sandwich”: poliestireno expandido clase IV + 2 placas de fibrocemento de 0,6 cm		4	0,70
		5	0,58
Panel “sandwich”: poliestireno extrusionado + 2 placas de fibrocemento de 0,6 cm		4	0,55
		5	0,44
Panel “sandwich”: espuma de poliuretano + 2 placas de fibrocemento de 0,6 cm		4	0,51
		5	0,42
		6	0,36
Panel “sandwich” de hormigón con aislamiento (EPS)		20	1,20
VENTANAS			
Ventana cristal sencillo			4,47
Doble ventana			2,75
Ventana de poliéster de 5 mm			4,44
PVC con vidrio doble 4-8-4			2,80
CUBIERTAS			
Placa ondulada fibrocemento 6 mm (SIN AISLAR)			5,47
Placa ondulada fibrocemento + poliuretano proyectado “in situ” 50 mm			0,37
Placa ondulada fibrocemento + aislamiento + lámina aluminio			0,34
Sandwich Doble chapa metálica + 80 mm lana roca			0,47
Panel metálico + 30 mm poliuretano proyectado			0,59
Sandwich doble chapa + 30 mm de poliuretano			0,59
Sandwich doble chapa + 50 mm de poliuretano			0,37

Fuente: Íñigo, 2005; ITP, 1997

Por otro lado, a la hora del cálculo del coeficiente global de una sala o edificio, hay que tener en cuenta puede haber paredes con una de las caras a temperatura distinta de la interior o exterior. En este caso, para poder agregar los coeficientes de transmisión será necesario multiplicar por un *coeficiente corrector* (β):

$$K_G = \frac{K_1 S_1 \beta_1 + K_2 S_2 \beta_2 + \dots + K_n S_n \beta_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

Según ITP (1997) β es:

- * 0,9 para un pasillo lateral aislado
- * Para un techo situado sobre una cumbrera ventilada:
 - 0,2 a 0,3 si el falso techo perforado es de material aislante
 - 0,4 si el falso techo perforado es de material no aislante

ISOVER (1985) propone los siguientes valores de β_n en base a la N.B.E.-CT-79¹:

- * 0,5 para cerramientos de separación con otros edificios o locales no calefactados, cerramientos de separación con el terreno, soleras o muros enterrados y para forjados sobre cámara de aire de altura menor a 1 m.
- * 0,8 para cerramientos de techo o cubierta.

En ambos casos, los cerramientos en contacto con el exterior tendrán un coeficiente reductor de 1, es decir, en ellos el coeficiente de transmisión será máximo. Del mismo modo, en aquellas paredes cuyas caras se encuentren a la misma temperatura, el coeficiente reductor será 0, es decir, no se producirá transmisión térmica a través de ellas.

Tabla 30: Transmisión térmica aconsejada en naves porcinas (Kcal/h °C m²)

Tipo de suelo	Local	Cubierta Tª mínima		Paredes Tª mínima	
		-5°C	-15°C	-5°C	-15°C
Cama de paja	Paritorios Transición Engorde Reproductoras	0,85	0,55	1/1,3	0,70
Emparrillado parcial	Paritorios Transición	0,45	0,30	0,65	0,55
	Engorde Reproductoras	0,70	0,45	0,85	0,60
Emparrillado total	Paritorios Transición	0,35	0,30	0,50	0,40
	Engorde Reproductoras	0,50	0,35	0,65	0,50

Fuente: ITP (1997)

¹ Norma Básica para la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios

Además, para poder caracterizar un edificio, puede ser interesante el cálculo de la *pérdida calórica superficial por plaza* (σ) que se obtiene según la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{\sum_{n=1}^{n=i} K_n S_n \beta_n}{N}$$

Siendo,

i: número de cerramientos

N: número de plazas

En naves de cebo de porcino, los valores perseguidos para σ se sitúan en alrededor de 1,12 Kcal/h plaza °C para salas intermedias y 1,38 Kcal/h plaza °C para salas dispuestas en los extremos (ITP, 1997).

En Íñigo (2005) se considera que el 70% de las pérdidas en las instalaciones ganaderas se producen a través de las cubiertas, el 20% por las paredes y el 10% a través del suelo. Teniendo en cuenta esto, parece muy recomendable el aislamiento del techo de los establos puesto que es a través de esta parte de las edificaciones donde mayor es el intercambio calórico con el exterior (Buxadé, 1998).

2.3.3 LA VENTILACIÓN

La ventilación es uno de los factores críticos en las explotaciones ganaderas. Entre sus funciones se encuentran:

- * La renovación permanente del aire, aportando oxígeno.
- * La evacuación de los gases nocivos, de los malos olores y del polvo.
- * El control de la temperatura y de la humedad ambiental.
- * La dilución de patógenos.

Para ello se emplean diferentes sistemas de ventilación:

- ✓ Ventilación natural o estática
- ✓ Ventilación forzada o dinámica

2.3.3.1 LA VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural o estática está basada en la formación de corrientes de aire naturales, que se generan gracias a dos principios elementales:

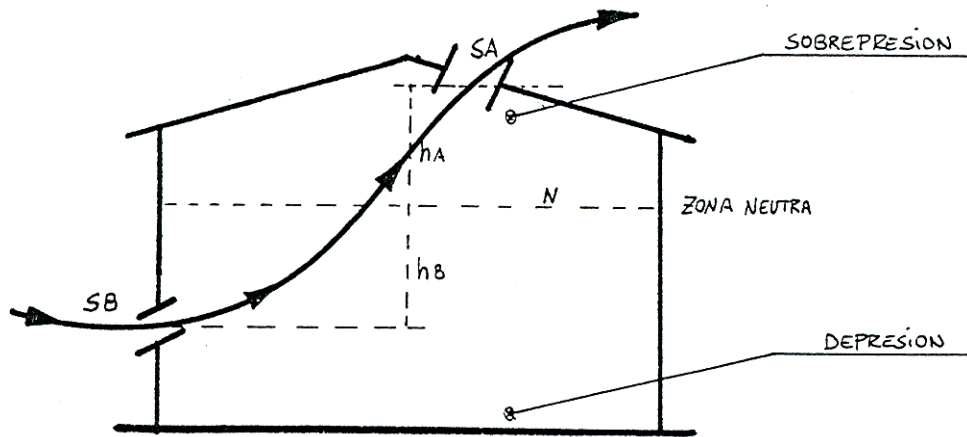
- ✓ La diferencia de densidad
- ✓ La diferencia de presión

Ventilación por diferencia de densidad

El aire viciado en contacto con los animales, se calienta, disminuyendo su densidad, y asciende hacia la parte superior de las naves. Este fenómeno genera una depresión en la zona baja del local y una sobrepresión bajo la cubierta.

Las variaciones de densidad debido a los cambios de temperatura, originan un efecto motor (efecto chimenea), moviendo las masas de aire de la parte baja a la parte alta de la nave. Es decir, se crea un circuito de aire entre las aberturas de entrada (ventanas) y las de salida (chimeneas y caballetes) renovándose así el aire del alojamiento (figura 18).

Figura 18: Efecto chimenea



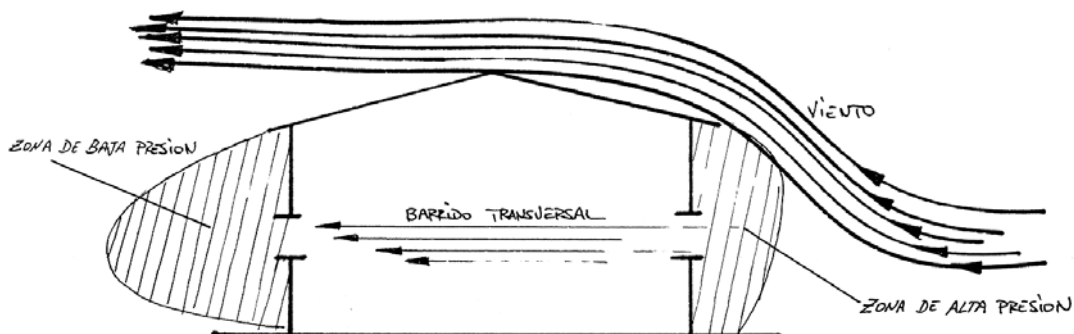
SB: Abertura de entrada de aire
 SA: Abertura de salida de aire
 Si SA y SB estuvieran situados en la línea neutra no habría movimiento de aire

Ventilación por diferencia de presión

La acción del viento ejerce diferentes presiones sobre las paredes del edificio, sometiendo a una fachada a sobrepresión y a la opuesta a depresión (figura 19).

El aire penetra por las aberturas de la fachada de alta presión y se extrae por las aberturas de la fachada en depresión, provocándose un barrido transversal del alojamiento. Este hecho se acentúa por el calentamiento de la pared que recibe más horas de sol.

Figura 19: Acción de los vientos sobre la nave



El manejo de la ventilación natural

La principal ventaja de la ventilación natural es su bajo costo de instalación y de mantenimiento, sin embargo exige un alto grado de atención y de intervenciones en función de las variaciones climáticas.

Es aconsejable disponer de termómetro de máximos y mínimos por cada alojamiento, situado a la altura de los animales y en perfecto estado de funcionamiento. De esta forma, vigilando las temperaturas al menos dos veces cada 24 horas, se facilita la gestión de la ventilación.

* La ventilación natural en ganado porcino

La ventilación natural o estática es frecuente encontrarla en cebaderos y naves de gestación. Se aconseja en naves no muy largas, de 8 a 10 metros como mucho (www.us.es/gprodanim/porcino/instalaciones.pdf). En general, van a ser naves cerradas, aunque existen alojamientos semiabiertos para primerizas (figura 20).

Figura 20: Alojamientos semiabiertos para primerizas



Las *entradas de aire* se realizan a través de ventanas. Es recomendable la instalación de ventanas abatibles hacia el interior de la nave, aisladas y aplicadas sobre un marco que permita cerrarlas herméticamente. De esta forma se evitarán entradas no deseadas de aire, consiguiendo una buena regulación de los caudales necesarios. A pesar de esto, en la práctica es más habitual encontrar ventanas de tipo guillotina por motivos fundamentalmente económicos (figura 21).

Si se mecaniza la apertura de las ventanas mediante poleas, la regulación de un módulo será independiente del resto. Además se aconseja el uso de protecciones laterales u orejeras que obliguen al aire a dirigirse hacia el techo.

La dimensión aconsejada de las entradas es de $0,20 \text{ m}^2$ por cada $1000 \text{ m}^3/\text{hora}$ admitidos (ITP,1997).

Figura 21: Cebadero con ventilación natural y ventanas de guillotina



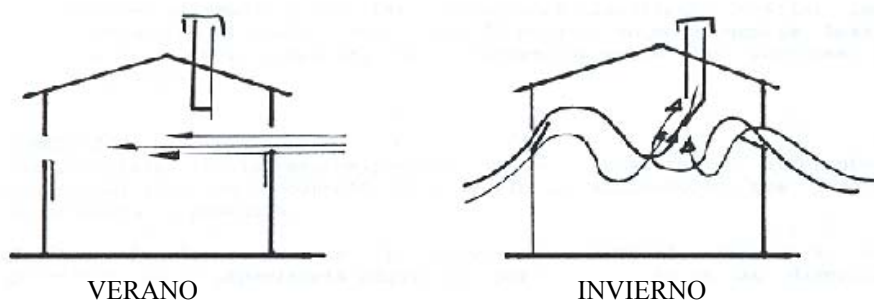
En relación a las *salidas de aire*, serán verticales (caballetes y chimeneas) u horizontales (ventanas) en función de la época del año (figura 22):

- * En verano, con necesidades máximas de ventilación, se accionarán las ventanas situadas en fachadas opuestas, provocando un barrido horizontal entre éstas. Durante esta época del año apenas existe gradiente entre la temperatura interior y exterior, por lo que el efecto chimenea es nulo o casi inexistente.
- * En invierno, con necesidades mínimas de ventilación y una temperatura a mantener en la nave, se utilizarán ventanas y chimeneas/caballetes. Es aconsejable que tanto las chimeneas como los caballetes sean regulables, de tal modo que las ventanas se abran al mínimo y el caudal se controle a través de ellos. En caso de tener caballetes o chimeneas sin posibilidad de regulación, es decir, permanentemente abiertos, es importante que no se encuentren sobredimensionados puesto que pueden provocar problemas de enfriamiento del alojamiento cuando se encuentra ocupado por animales pequeños (cerdos de hasta 50 kg.). En este caso los animales son incapaces de calentar suficientemente el aire como para que exista un tiro importante, por lo que ante aberturas en la cubierta excesivamente grandes y especialmente con vientos fuertes, el ambiente interior se enfría. Asimismo, se recomienda chimeneas elaboradas con material aislante, para evitar que se produzcan condensaciones en sus paredes que acaben goteando en los alojamientos. Para que los circuitos de aire sean homogéneos, la separación de las chimeneas de un mismo local será de 5m y la altura de las mismas de unas 7 veces su base, debiendo sobrepasar la cumbrera de la nave unos 40-50 cm. La diferencia de altura entre el borde superior de las ventanas o puertas y la base de la chimenea debe ser de 2 m y no sobrepasar los 10-12 m de alejamiento de cualquiera de las partes de la nave. El

diámetro de las chimeneas depende de la velocidad del aire en la región, no debiendo sobrepasar los 1,3 m (www.us.es/gprodanim/porcino/instalaciones.pdf).

La dimensión aconsejada de las salidas es de $0,15 \text{ m}^2$ por cada $1000 \text{ m}^3/\text{hora}$ extraídos (ITP, 1997).

Figura 22: Circuitos de aire en invierno y en verano en ventilación natural



A modo de ejemplo, vamos a calcular las secciones de entrada y de salida necesarias en una nave de cebo con 400 plazas, en donde los animales se engordan desde los 20 hasta los 100 Kg.

La sección de entrada la calcularemos para las condiciones de máxima necesidad de ventilación, esto es, en verano con 400 animales de unos 100 Kg. Consultando la tabla 19 vemos que el caudal máximo a instalar en salas de cebo es de unos $90 \text{ m}^3/\text{h}$ cerdo, lo que multiplicado por 400 animales da un total de $36.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Teniendo en cuenta que la superficie de entrada aconsejada es de $0,20 \text{ m}^2$ por cada $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ admitidos, resulta una superficie de $7,2 \text{ m}^2$. Considerando por ejemplo que cada ventana es de $1,5 \text{ m}^2$, serían necesarias unas 5 ventanas en cada fachada de la nave. Si por razones constructivas el número de ventanas fuera mayor, habrá que tenerlo en cuenta a la hora de gestionar la abertura de las mismas. Es importante recordar que las ventanas suponen una pérdida importante de aislamiento (Tabla 29) por lo que su dimensionado debe ser lo más ajustado posible a las necesidades de ventilación.

La sección de salida necesaria en la cumbre la calcularemos para las condiciones de mínima ventilación, esto es, en invierno con 400 cerdos de unos 20 Kg. Consultando la tabla 19 vemos que el caudal mínimo a instalar en las salas de cebo es de $8 \text{ m}^3/\text{h}$ cerdo, lo que multiplicando por 400 animales da un total de $3.200 \text{ m}^3/\text{h}$. Teniendo en cuenta que la superficie de salida aconsejada es de $0,15 \text{ m}^2$ por cada $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ extraídos, resulta una superficie de $0,48 \text{ m}^2$ en la cumbre.

* La ventilación natural en rumiantes

El modo más frecuente de ventilación de los alojamientos de rumiantes en nuestra zona, es la natural o estática, encontrándose naves semiabiertas y cerradas (Figura 23).

En alojamientos cerrados, la superficie total de entrada de aire va a ser el doble de la superficie total de salida (Buxadé, 1998; ITOVIC, 1991). La tabla 31 recoge las superficies recomendadas para ganado vacuno lechero.

Figura 23: Nave semiabierta y nave cerrada en rumiantes



En Mújica (2005) se recomienda para alojamientos de vacuno lechero, una apertura en cumbrera de 1cm de ancho por cada 0,65m de anchura de nave.

En ITOVIC (1991) se propone la estimación de las superficies de entrada y de salida en ganado ovino a partir de los caudales de renovación y de la velocidad máxima admitida a nivel de los animales. Por ejemplo, para calcular la apertura necesaria en el tejado de una nave que alberga a 100 ovejas adultas de unos 70 Kg. de peso vivo, lo primero que se hará es calcular el caudal de renovación necesario. Consultando la tabla 22 vemos que en invierno es de 0,43 m³/h Kg. por lo que una oveja de 70 Kg, necesitará unos 30 m³/h, y 100 ovejas unos 3.000 m³/h. Si dividimos este caudal entre la velocidad máxima admitida a nivel de los animales, esto es, 0,5 m/s (tabla 16), obtenemos una superficie en el tejado de 1,66 m². Las entradas de aire dispuestas a lo largo de las fachadas tendrán un total de 3,3 m² (1,66 m² en cada lateral).

Tabla 31: Superficies de entrada y de salida de aire en edificios cerrados de vacuno lechero

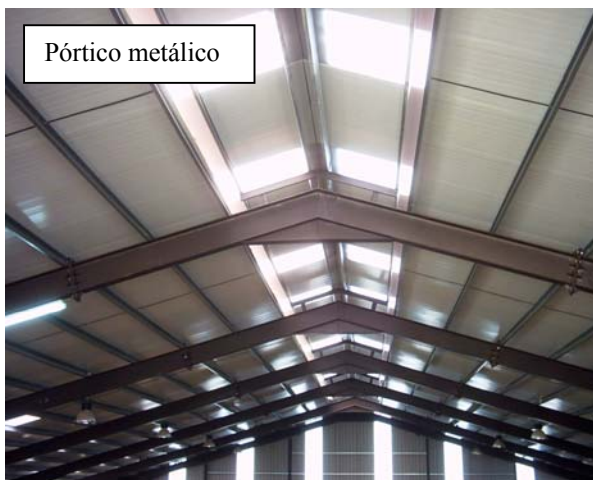
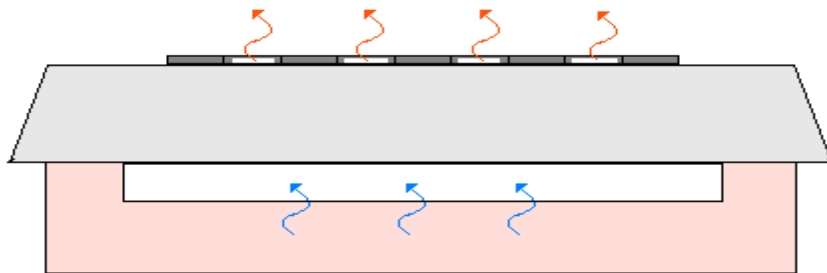
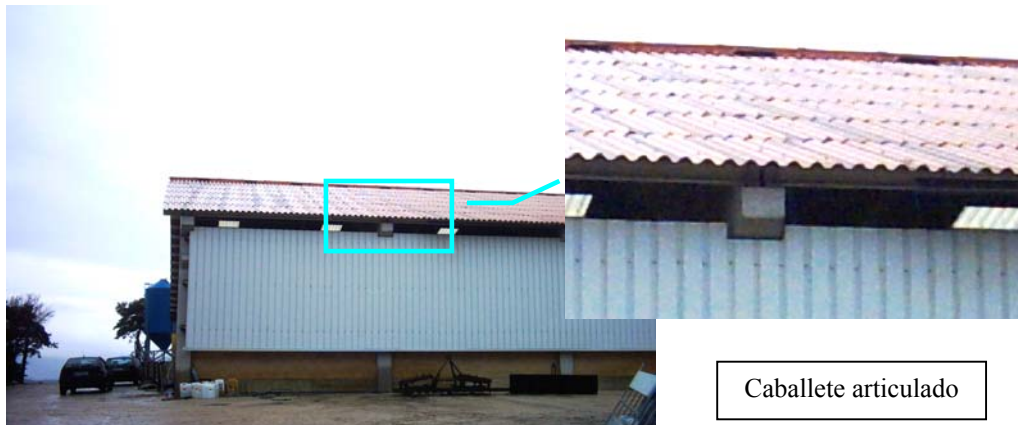
Tipo de animal	Superficie de salida (m ² /animal)	Superficie de entrada (m ² /animal)
Vaca leche alta producción (>7000 kg)	0,15	0,30
Vaca leche media producción (>5000 kg) Vaca lactante + ternero	0,12	0,24
Novillo de un PV máximo de 600 kg Terneras de 400 kg)		
Vaca gestante	0,08	0,16
Ternero con un peso máximo de 350 kg Ternera de 200 kg		
Ternera de recría de 150 kg en un alojamiento específico	0,04	0,08
Terneros para sacrificio de 150 kg Ternero de recría de 50 kg		
	0,02	0,04

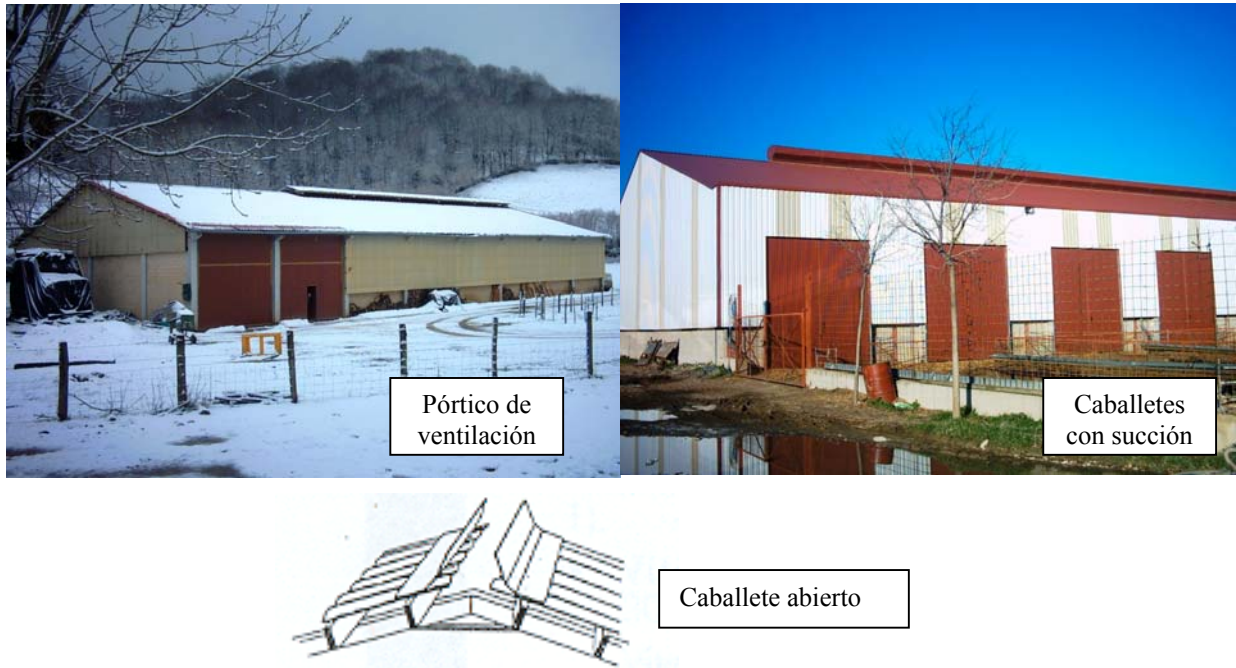
Fuente: Institut de l'Élevage (1995)

Las salidas en cubierta más frecuentes en naves con ventilación natural son (figura 24):

- Caballetes articulados de ventilación
- Pórticos de ventilación
- Caballetes abiertos
- Caballetes con efecto succión o aireadores
- Chimeneas

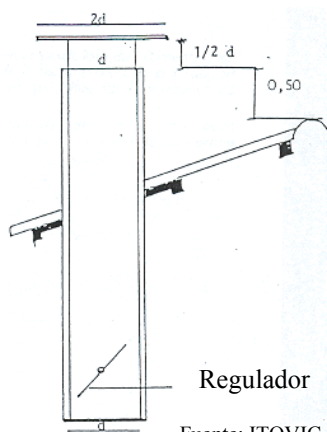
Figura 24: Salidas de aire en las cubiertas





La velocidad de salida del aire en cada sistema y por lo tanto, el caudal removido para una misma sección, será diferente. Así, la mayor velocidad se obtiene en los caballetes con efecto succión, seguidos de los caballetes abiertos, los pórticos de ventilación y por último los caballetes articulados.

En el caso de las chimeneas, el caudal removido va a depender del diámetro y de la altura total (tabla 32). Las características recomendadas para las chimeneas son las siguientes (ITOVIC, 1991):



Fuente: ITOVIC (1991)

- Sección mínima de $0,50 \text{ m}^2$
- Fabricada con material aislante
- Debe sobresalir 50 cm como mínimo de la cumbrera de la nave y estar cubierta por una pieza con el doble de diámetro que la chimenea y a medio diámetro de altura.
- Provista de sistema de regulación

El radio de acción de una chimenea es de 1,5 veces la distancia entre la misma y la siguiente chimenea, existiendo un límite de 7m (ITOVIC, 1991).

Tabla 32: Caudal removido (m³/h) mediante chimeneas

Diámetro (m)	Altura (m)							
	0,50	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
0,50	492	695	851	982	1202	1385	1546	1691
0,60	709	1003	1227	1416	1732	1998	2231	2440
0,70	965	1365	1671	1929	2359	2722	3039	3325
0,80	1261	1783	2183	2250	3083	3557	3974	4349
0,90	1597	2257	2763	3190	3902	4504	5033	5508
1,00	1971	2787	3412	3938	4820	5562	6214	6804

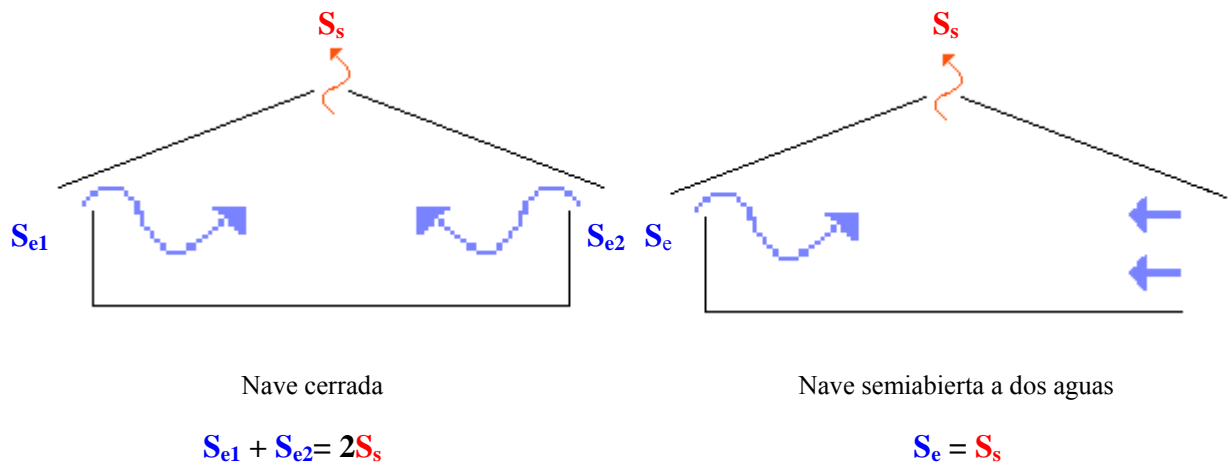
Fuente: ITOVIC (1991)

Es importante recordar que para que la extracción en cumbre sea efectiva, es necesario que haya efecto chimenea, es decir, ventilación por diferencia de densidad. Los parámetros que van a intervenir en el tiro son:

- * El número de animales alojados. Tiene que ser suficiente para calentar el aire interior. En ovino se aconseja no sobrepasar los 12 m³ por oveja de 70 Kg y en vacuno lechero que exista un volumen estático de unos 25-28 m³ por vaca.
- * La pendiente del tejado. Para que el movimiento del aire dentro de la nave sea adecuado, es importante que el tejado tenga una pendiente suficiente, sobretodo cuando la cubierta no está aislada térmicamente. Pendientes inferiores al 25-30% dan lugar a que el movimiento del aire por debajo de la cubierta sea demasiado lento, creándose bolsas de aire caliente y húmedo. Pendientes superiores al 50% incrementan innecesariamente el coste de edificación y originan que el aire se mueva con excesiva velocidad bajo la cubierta al aumentar el efecto chimenea, lo que puede provocar una deficiente distribución del mismo a la altura de los animales en épocas frías (Buxadé, 1998).
- * El gradiente de temperatura. La diferencia de temperatura entre el aire interior y el aire exterior tiene que ser de al menos 2°C (ITOVIC, 1991). En verano es más dificultoso conseguirlo, especialmente en naves semiabiertas. En estos casos un buen aislamiento y el sombrear los alojamientos, pueden ayudar a mantener un gradiente de temperatura.
- * La velocidad del viento. A mayor velocidad, mayor efecto succión y por lo tanto mayor ventilación.
- * La relación superficie de entrada/superficie de salida. Como ya se ha comentado, se aconseja una relación 2:1.
- * Una buena ubicación espacial de la nave, en ausencia de obstáculos próximos que puedan generar turbulencias (apartado 2.3.1).

En alojamientos semiabiertos a doble agua tiene que haber una abertura en la fachada cerrada de igual superficie que la abertura en la cubierta (figura 25).

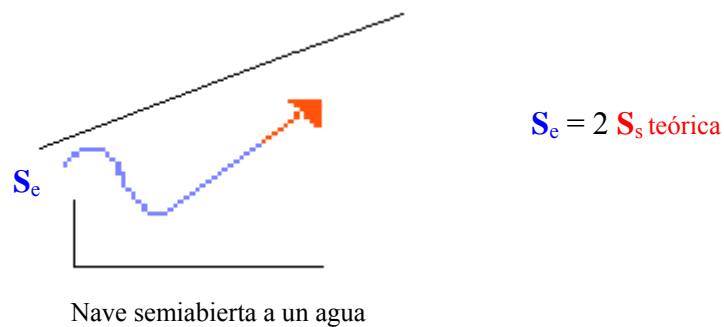
Figura 25: Entrada y salida de aire en alojamientos a dos aguas



Fuente: Elaboración propia

En alojamientos semiabiertos de ovino a un agua, la entrada de aire en la fachada cerrada será dos veces la superficie teórica de salida que tendría que haber si fuera una nave cerrada (figura 26) (ITOVIC, 1991).

Figura 26: Entrada y salida de aire en alojamientos semiabiertos a un agua

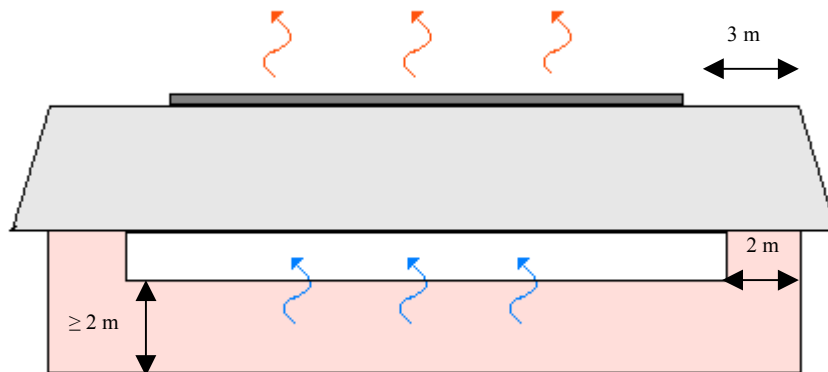


Fuente: Elaboración propia

Para evitar corrientes de aire a nivel de los animales se recomienda dejar unos 3 metros a cada extremo de la cumbre, a la hora de ubicar las salidas de aire. En el caso de las entradas de aire en las fachadas, se aconseja dejar unos 2 m a cada extremo de la nave (figura 27) (ITOVIC, 1991).

Además, por lo que respecta a las entradas de aire, deben realizarse a una altura mínima. En naves de vacas lecheras se recomienda dejar al menos 2 metros a partir del suelo (Buxadé, 1998) y en naves de ovino entorno a 1,5 metros. En caso de alojamientos con cama acumulada, debe considerarse el nivel máximo que alcance ésta.

Figura 27: Ubicación de las aberturas de entrada y de salida de aire en alojamientos cerrados con ventilación natural en rumiantes.



Fuente: Elaboración propia a partir de Buxadé (1998) e ITOVIC (1991)

No es recomendable dejar libre las entradas de aire cuando provocan corrientes de aire, el viento sopla fuertemente o están situadas a 3m de altura. Los principales sistemas de control de aire son (ITOVIC, 1991):

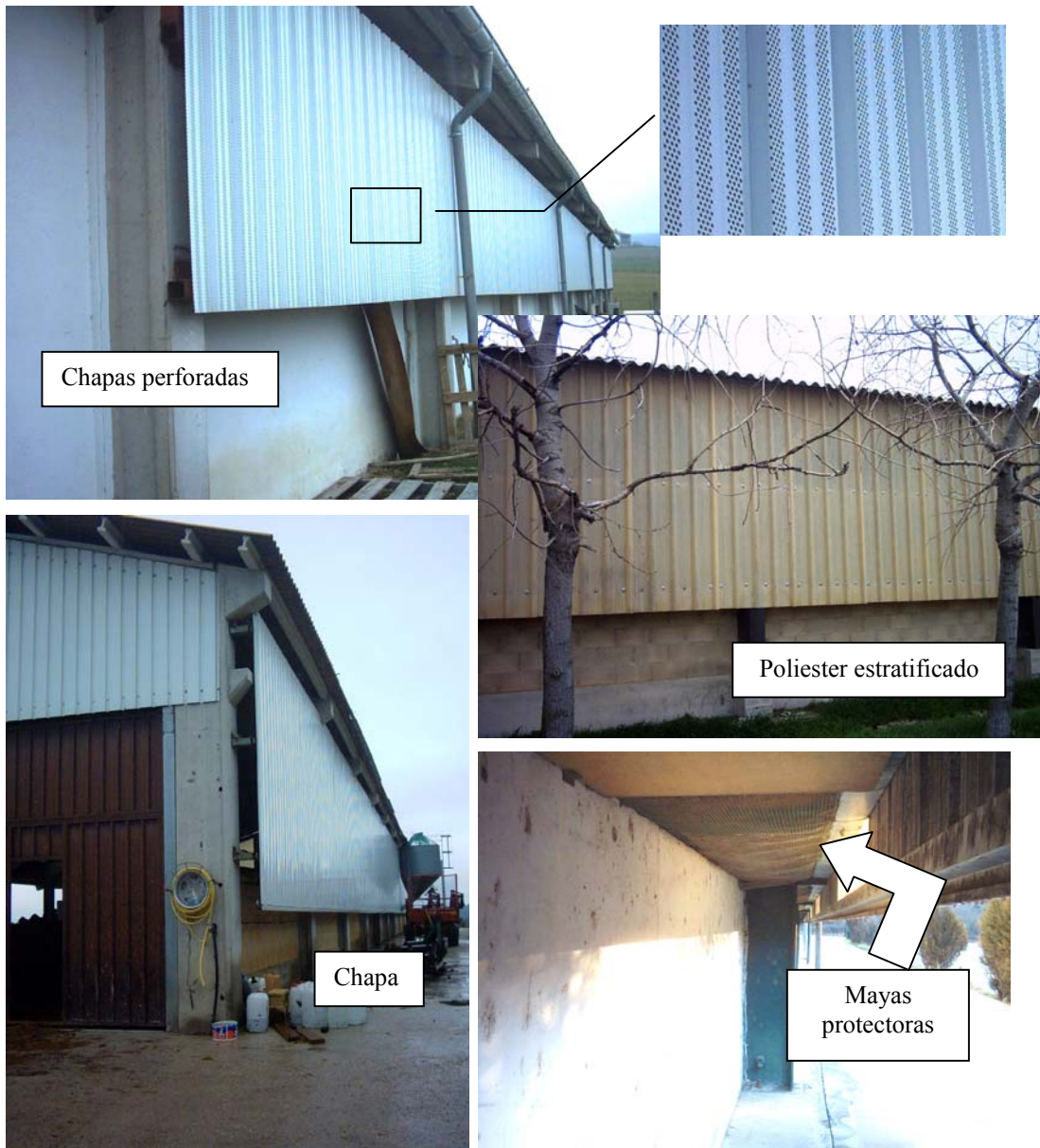
- Las mayas. Se aconseja que tengan color claro para que dejen pasar la luminosidad, así como una eficacia de aproximadamente el 50% (figura 28).

Figura 28: Mayas en las entradas de aire



- Las placas onduladas de poliéster estratificado de color claro o de chapa, en ocasiones, perforadas. Pueden disponer de una trampilla móvil de regulación o de protección con mayas en la abertura de entrada (figura 29).
- Otros materiales como lonas plásticas, pacas, etc. (figura 30).

Figura 29: Placas onduladas en las entradas de aire



Por otro lado, para que en verano pueda originarse ventilación horizontal en alojamientos cerrados, es importante que la anchura de las naves no exceda los 15-20 metros.

Un caso especial dentro de las naves cerradas de ovino son los túneles. En estas estructuras la ventilación se realiza a través de aberturas laterales regulables (figura 31). Es aconsejable proveer los alojamientos de un abertura superior por encima de los portones que eviten la aparición de condensaciones en las zonas altas. Asimismo se recomienda no sobrepasar los 50 m de largo.